C 4460

Populäre Elektronik

6/79 Juni 1979

DM 3,-/sfr 3,50/ lfr 53,-/ ös 25

Netzteile allgemein
Grundlagenbeitrag

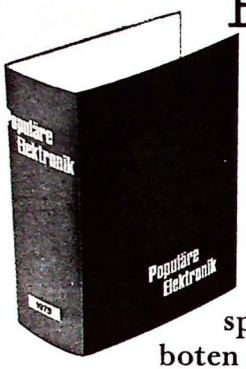
Puzzle-Verstärker:
Höhen, Tiefen, Volume, Balance

Dual-Netztei
Modul-Speisung +15V/-15

Marktnotizer
von der Hannover-Mess

Netzgerät in Modultechnik

Ein tolles Angebot!



P.E.plus Sammelordner! Sie sparen über 25%!

Jetzt gibt es die Möglichkeit, so günstig wie noch nie P.E.- Abonnent zu werden. Denn Sie können über 25% dabei sparen! Und das Heft wird Ihnen dann vom Postboten ins Haus gebracht; immer etwas früher als am Kiosk.

Rechnen Sie doch mal nach: 12 mal P.E. am Kiosk kosten DM 36,–. Der neue praktische Sammelordner im größeren Format für einen ganzen Jahrgang kostet DM 11,80. Macht zusammen DM 47,80.

Wenn Sie jetzt abonnieren, erhalten Sie P.E. und Sammelordner für zusammen nur DM 38,–.

Sie können aber auch die Zeitschrift ohne Sammelordner abonnieren und sparen dabei auch noch über 17%! Wer jetzt abonniert und wem Heft 1/79 oder 2/79 in seiner Sammlung fehlt, der erhält 12 mal P.E. plus Sammelordner plus Heft 1/79 oder 2/79 für nur DM 38,– das sind über 25% Ersparnis!

Wichtig: Dieses Angebot gilt nur für Neuabonnenten. Wer bisher schon P.E.-Abonnent ist, soll vom P.E.-Abonnenten-Vorzugspreis profitieren können: Der praktische Sammelordner kostet dann nur DM 9,80!

Das sind die Vorzüge eines P.E.-Abonnements

- Über 17% Preisersparnis gegenüber dem Preis am Kiosk.
- Vom Postboten ins Haus gebracht, immer etwas früher als am Kiosk.
- Kein Gerichtsvollzieher, wenn man mal die Kündigung vergessen hat und P.E. nicht weiter haben will.
- Sammelordner und Buchbestellung zum P.E.-Abonnenten-Vorzugspreis.

☐ Ja, ich möchte über 25% sparen und abonniere P.E. plus Sammelordner plus ☐ Heft 1/79 oder ☐ Heft 2/79

☐ Ich möchte P.E. plus Sammelordner abonnieren und über 20% sparen.

☐ Ich möchte nur P.E. ab sofort abonnieren und über 17% sparen.

☐ Ich bin P.E.-Abonnent und möchte den Sammelordner zum P.E.-Abonnenten-Vorzugspreis von DM 9,80 incl. Porto und Verpackung bestellen.

☐ Ich zahle auf Postscheck-Konto
291626-509 Köln
M+P Zeitschriften
Verlag GmbH & Co.

☐ Ich zahle per Scheck

..... Name, Vorname

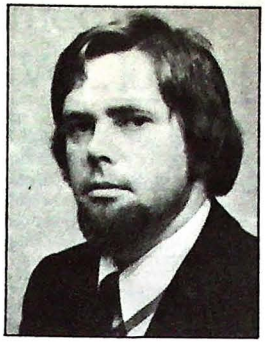
..... Unterschrift

..... Ort

..... Straße

Populäre Elektronik

Jahrgang 4 Heft 6



Gute Speisung macht leistungsfähig

„Ein Gerät ist so gut wie seine Stromversorgung" konnte man kürzlich in einer Wochenzeitung für Elektronik lesen. Diese Formel stimmt, denn sie soll zum Ausdruck bringen, daß die Daten der Stromversorgung in allen Punkten auf die Erfordernisse der zu speisenden Elektronik abgestimmt sein müssen, soll das Gerät das bringen, was es zu leisten in der Lage ist.

In dieser Ausgabe bildet die Stromversorgung elektronischer Geräte einen thematischen Schwerpunkt. Außer den beiden Baubeschreibungen – Netzteil +15 V/–15 V und Netzgerät 0...+20 V/0...–20 V/ 2 x 1 A – bringt das vorliegende Heft eine neue Serie mit dem Titel „Netzteile allgemein". Um wirklich jedem die Möglichkeit zu geben, Prinzip und praktische Ausführung von Stromversorgungen von Grund auf kennenzulernen, beginnt die Serie „bei Adam und Eva", wie man so sagt. Es folgen Beiträge mit Prints, die durch unterschiedliche Bestückung auf zahlreiche Anwendungen „zugeschnitten" werden können, aber auch speziellere Fragen der Dimensionierung werden diskutiert.

Ist es angebracht, diesem Thema so viel Platz einzuräumen? Mit Sicherheit. Zum einen, weil jede Schaltung unmißverständliche Versorgungsansprüche stellt, die man erfüllen muß; nicht nur als Entwickler im P.E.-Labor, sondern auch als Interessent und Benutzer einer veröffentlichten Schaltung. Zum anderen, weil das Thema „Netzteile" in der P.E.-Hitparade zuletzt den Platz 7 erreicht hatte. Wenn das kein Grund ist...

Übrigens ist „Netzteile allgemein" in der gesamten Hitliste der einzige Titel, der nicht eine bestimmte Schaltung, sondern einen Grundlagenbeitrag anpricht.

Hier noch ein starker Spruch, der in ähnlicher Form in einem ansonsten trocken-nüchternen amerikanischen Datenwälzer zu lesen ist: ...Vergessen Sie nie, daß bei Funktionsstörungen elektronischer Geräte die Stromversorgung an erster Stelle in der Ursachenhäufigkeit steht; tragen Sie Sorge dafür, daß Ihr Gerät nicht die Statistik anführt...

P.E. will Ihnen mit passenden Schaltungen diese Sorge gerne abnehmen.

Ihr

Manfred H. Kalsbach

In dieser Ausgabe

Leitartikel
Gute Speisung macht leistungsfähig 5

Marktnotizen
Rasante Schutzdioden 6
Integrierte NF-Verstärker 5 W...10 W 7
Kompakte Cermet-Trimmpotis 7
AM/FM-Radio in einem IC 7
Uni-Meß-Box 7

NF-Technik
Puzzle-Verstärker
Baugruppe 3: Klangeinsteller, Lautstärke und Balance 8

Frequenzzähler '79
Problematik des Vorverstärkers 12

Grundlagen
Netzteile allgemein 14

Feedback
Hinweise, Tips und Berichtigungen 17

Denken in High und Low
NOR-Gatter 7402 auf dem TTL-Trainer (2) 18

Der Tip
14: NPN oder PNP? 23

Für das Hobby-Labor
Netzgerät in Modultechnik
+20 V, –20 V, 2 x 1 A 24

Modulserie 2
Dual-Netzteil +15 V/–15 V für Meßmodule 36

Was bedeutet...?
Unity Gain Bandwidth 40

Verschiedenes
Hitparade, Vorschau 43

Impressum

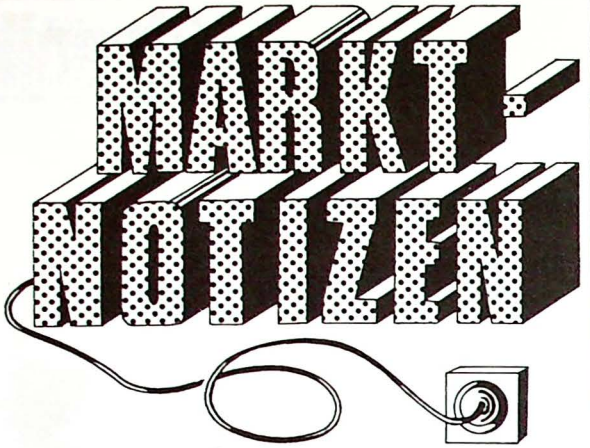
Populäre Elektronik erscheint jeweils Mitte des Vormonats im M + P Zeitschriften Verlag GmbH & Co, Steindamm 63, 2000 Hamburg 1
Telefon 040/24 15 51-56
CHEFREDAKTION
Manfred H. Kalsbach
REDAKTION
Leen van Dam, Jan Palmen, Jan Pas, Jos Verstraten
MITARBEITER
Wolfgang Back, Jens Hahlbrock, Albert Hartfiel, Wolfgang F. Jacobi, Friedrich Scheel, Hilanch von Korics (Bildredaktion), Sabine Spies (Redaktionsassistenz)
VERLAGSLEITUNG
Claus Grötzschel

ANZEIGENLEITUNG
Werner Pannes
ANZEIGENVERWALTUNG
M + P Zeitschriften Verlag
Steindamm 63
2000 Hamburg 1
Telefon 040/ 24 15 51-56
Telex MEPS 21 38 63
Zur Zeit ist die Anzeigenpreisliste Nr. 5 gültig
DRUCK
Locher KG, 5000 Köln 30
REPRODUKTION
Alpha Color GmbH Hamburg
VERTRIEB
IPV Inland Presse-Vertrieb GmbH
Wendenstraße 27-29
2000 Hamburg 1, Telefon 040/ 24 861, Telex 2162401
LAYOUT
Susanne Grocholl
Sabine Schwabroh

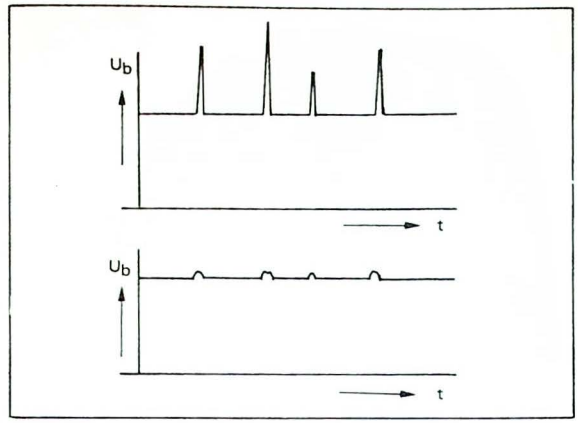
ABONNEMENT
Inl. 12 Ausgaben DM 29,80 inkl. Bezugsgebühren, Ausl. DM 34,80. Best. beim Verlag. Kündigung spätestens 8 Wochen vor Ablauf des Abos.

© by
POPULÄRE ELEKTRONIK
GERICHTSSTAND
Hamburg
AUSLANDSVERTRETUNGEN
Österreich: Messner Ges. mbH, Liebhartsgasse 1, A-1160 Wien, Telefon 0222/92 54 88, 95 12 65
Schweiz: SMS-Elektronik, Köllikerstr. 121, CH-5014 Gretzenbach, Telefon 064/ 41 41 55

Alle in POPULÄRE ELEKTRONIK veröffentlichten Beiträge stehen unter Urheberrechtsschutz. Die gewerbliche Nutzung, insbesondere der Schaltpläne und gedruckten Schaltungen, ist nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers zulässig. Die Zustimmung kann an Bedingungen geknüpft sein. Alle Veröffentlichungen erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes. Warennamen können geschützt sein, deshalb werden sie ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt. Für unverlangt eingesandte Manuskripte und Geräte kann keine Haftung übernommen werden. Rücksendung erfolgt nur, wenn Porto beigefügt ist. Die geltenden gesetzlichen und postalischen Bestimmungen hinsichtlich Erwerb, Errichtung und Betrieb von Sendeeinrichtungen aller Art sind zu beachten. Der Herausgeber haftet nicht für die Richtigkeit der beschriebenen Schaltungen und die Brauchbarkeit der beschriebenen Bauelemente, Schaltungen und Geräte.



von der Hannover-Messe



Der Einfluß von Überspannungs-Schutzdioden (untere Grafik).

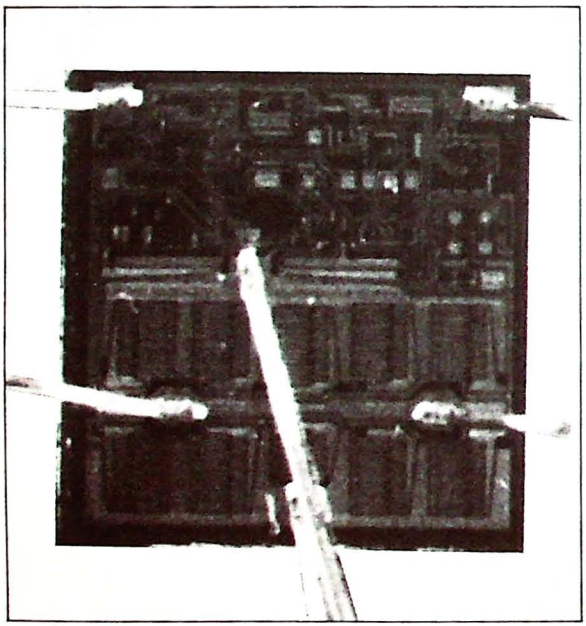


Foto vom Chip eines aufgesägten Spannungsregler-ICs. Die feinen Kontaktierungen sind gut zu erkennen (Chip ca. 2 x 2 mm).

Rasante Schutzdioden

Nicht nur bei MOS-Schaltkreisen findet man in den Datenblättern Hinweise, daß der Schaltkreis beschädigt oder sogar zerstört wird, wenn die Versorgungsspannung einen bestimmten Betrag überschreitet. Derartige Überschreitungen können selbst bei stabilisierter Stromversorgung auftreten, wenn in stark „verseuchten" Netzen sogenannte „Stoßspannungsspitzen" (engl.: transients) entstehen, wenn netzbetriebene Geräte oder Maschinen mit hohem Stromverbrauch ein- bzw. ausgeschaltet werden.

Empfindliche Verbraucher lassen sich mit Hilfe von Suppressor-Dioden (Transient Voltage Suppressors) gegen Beschädigung durch Spannungsspitzen schützen. Überspannungs-Schutz-Dioden sind im Prinzip nichts anderes als superschnelle Zener-Dioden, die zudem in der Lage sind, hohe Spitzenströme zu verdauen.

Aber auch bei derartigen Dioden können die gleichen thermischen Probleme auftreten, wie sie von anderen Leistungshalbleitern bekannt sind. Arbeitet ein Halbleiter-Bauelement im Schalterbetrieb, so treten an den Übergangsstellen zwischen Chip und Anschlußdrähten stark wechselnde Wärmebelastungen auf, die zu Ermüdungserscheinungen am Kontaktierungspunkt führen.

Die Kontaktierung der Anschlußdrähte erfolgt nach unterschiedlichen Verfahren, die mit „Bonden" bezeichnet werden (to bond = verbinden). Bild 1 zeigt (stark vergrößert) die Ausführungsform der Kontakte bei einem Spannungsregler. Ermüdung führt zu Rißbildungen an der Kontaktstelle, die sich im Lauf der Zeit zur völligen Unterbrechung ausweiten kann.

Um Ausfälle durch thermische Überlastung der Kontaktierung zu verhingern, wendet Unitrode bei der Fertigung der Suppressor-Dioden der Reihe TVS-500 ein neues Kontaktierungsverfahren bei den Verbindungen zwischen Zener-Chip und Anschlußdrähten an. Der Erfolg der mit diesem Verfahren erreichten extrem starken Kontaktgabe zeigt sich in der hohen Stoßstromfestigkeit — vor allem bei wiederkehrender Belastung, ohne daß eine Beeinträchtigung der Diodenfunktion festzustellen ist.

Zum Schutz gegen äußerliche Einflüsse ist der Zener-Chip im Miniaturgehäuse zusätzlich in einen hermetisch dichten Glaskörper eingebettet.

Technische Daten der Reihe TVS-500:

Schutzspannung: 5 V... 28 V

Ansprechzeit: 10^{-12} s (!)

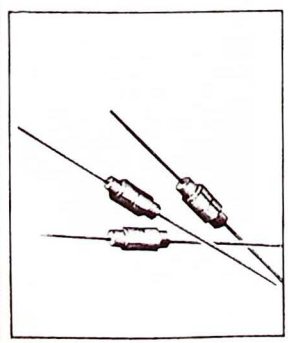
Verlustleistung: 500 W für 1 ms

Dauerleistung: 5 W

Gehäuse: Miniaturglasgehäuse ähnl. DO - 35

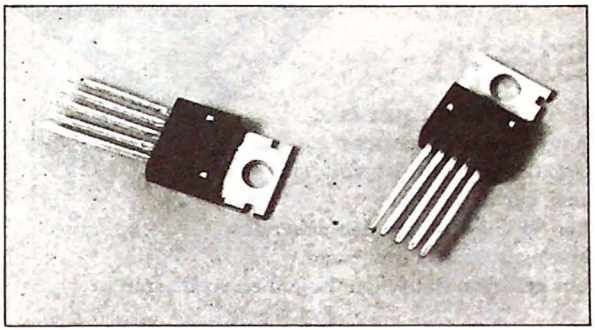
Besondere Beachtung verdient die Ansprechzeit, sie liegt im Pikosenkunden-Bereich, das verdeutlicht, wie rasant die Dinger sind.

Unitrode, Hauptstr. 68, 8025 Unterhaching.



Integrierte NF-Verstärker 5W...10W

Der NF-Leistungsverstärker ULX-3701 Z/TDA 2002 im modifizierten TO-220 – Kunststoffgehäuse mit 5 Anschlüssen (Bild) eignet sich besonders für Lasten mit geringer Impedanz, der Minimalwert beträgt 1,6 Ohm.

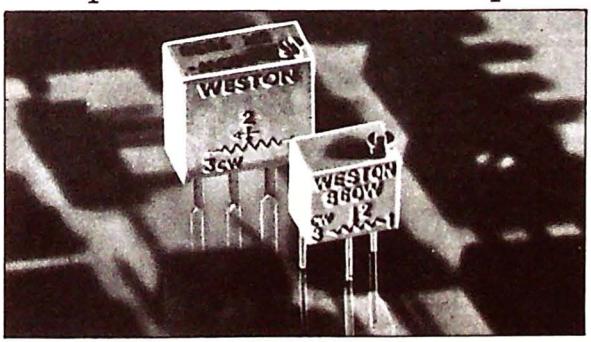


In Brückenschaltung liefert der Baustein eine Ausgangsleistung von 15 W...10 W; abhängig von Speisespannung und Lastimpedanz. Das IC arbeitet auch unter den extrem rauhen Bedingungen im Kraftfahrzeug, es übersteht hohe Umgebungstemperaturen, Ausgangsüberlastungen oder wiederholte Spannungseinbrüche sowie Spannungsspitzen ohne bleibenden Schaden.

Der Baustein zeichnet sich – so der Hersteller – durch geringen Klirrgrad, hohen Geräuschspannungsabstand und hohe Ausgangsspannungsamplituden aus. Er ist gegen thermische Überlastung und Kurzschluß gesichert. Der metallische Gehäuseboden liegt auf Massepotential, deshalb kann die isolierende Glimmerscheibe bei Montage auf Kühlkörper entfallen.

Sprague Elektronik GmbH, Friedberger Anlage 24, 6000 Frankfurt/Main.

Kompakte Cermet-Trimmpotis

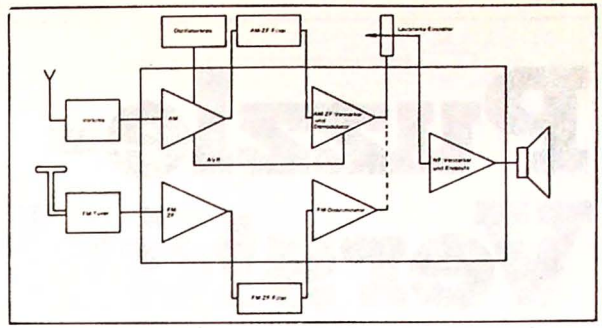


Die Cermet-Trimmpotis der Familie 800 zeichnen sich durch kleine Abmessungen, Vielfalt der Anschlußkonfigurationen und unterschiedliche Ausführungen (1 bis 22 Umdrehungen) bei günstigem Preis/Leistungsverhältnis aus. Alle Typen dieser Serie haben Cermet - Widerstandselemente mit einem Temperaturkoeffizienten von ± 100 ppm/°C.

Die Nennlast beträgt 0,25 W (bis 85 °C).

Lieferbar sind Trimmpotis mit Werten, die im Bereich von 100 Ohm bis 1 M Ohm gestaffelt sind. Besonders erwähnenswert ist die kompakte Bauweise, die Kantenlänge beträgt nur 6,3 x 6,3 mm.

Weston Schlumberger, Ingolstädter Str. 67a, 8000 München 46.



Die Funktionsgruppen des Radio-ICs sowie die äußere Beschaltung. Es sieht so aus, als ob die Grenze der Integrationsmöglichkeiten erreicht ist, aber in der Elektronik kann man diesbezüglich nie so sicher sein.

AM/FM-Radio in einem IC

Nahezu alle Funktionsgruppen eines kombinierten AM/FM - Radios sind in dem integrierten Schaltkreis ULN-2204 enthalten, der im 16Pin-DIL - Gehäuse geliefert wird. Für AM - Betrieb enthält der Schaltkreis Vor- und Mischstufe, ZF-Verstärker, Demodulator; eine interne Verstärkungsregelung ist ebenfalls vorhanden. Für FM - Betrieb sind ZF-Begrenzer, Verstärker und Diskriminator vorhanden, ebenfalls NF-Vorstufe und Endverstärker, die selbstverständlich bei beiden Betriebsarten genutzt werden. Der Baustein eignet sich für Batterie- und Netzbetrieb, der Aufwand an externen Bauelementen verringert sich erheblich.

In batteriegespeisten Geräten arbeitet das Gerät bis zum Erschöpfungspunkt der Batterien, d.h., selbst noch bei 2 V Speisespannung.

Der Hersteller hat übrigens eine neue Broschüre herausgegeben, in der 39 ICs für die Anwendung in der Unterhaltungselektronik aufgelistet sind.

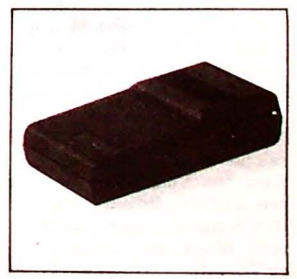
In der Broschüre findet sich auch eine Vergleichstabelle, in der neben den Sprague-Bezeichnungen auch (soweit vorhanden) die Bezeichnungen vergleichbarer Bausteine anderer Hersteller angegeben sind.

Sprague GmbH, Friedberger Anlage 24, 6000 Frankf./M.

Uni-Meß-Box

Das Odenwälder Kunststoffwerk OKW hat ein neues, ganz witziges Gehäuse in der Mache (Bild), das demnächst auf den Markt kommt. Es bietet die Möglichkeit, sowohl Digital- als auch Analoganzeigen einzubauen. Im handlichen Taschenformat ist es - wie der Hersteller sagt - ideal für Frequenz-, Phon- und Voltmeter. Eine Besonderheit ist der von außen zugängliche Batteriekasten.

Die Maße werden z.Zt. mit LxBxH: 145 x 80 x 30/38 mm angegeben (Außenmaße), jedoch hieß es am OKW-Stand, daß die endgültigen Abmessungen und auch die Material- und Oberflächenbeschaffenheit noch festgelegt werden.

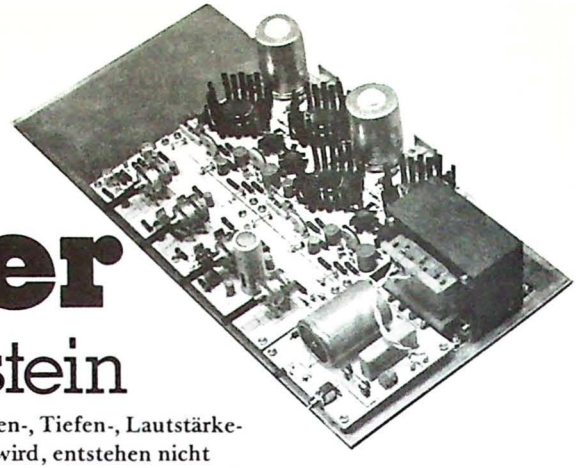


Lieferung erfolgt nur über den Elektronik-Fachhandel, Muster stehen ab Mai 79 bereit, Serien ab Juni.

Odenwälder Kunststoffwerk, Postfach 1280, 6967 Buchen.

Puzzle-Verstärker

Teil 3: Einstellbaustein



Das Puzzle nimmt Form an, denn mit dem Baustein für Höhen-, Tiefen-, Lautstärke- und Balance-Einstellung, der in diesem Beitrag beschrieben wird, entstehen nicht nur rechteckige Umrisse, wie man sie von elektronischen Geräten gewöhnt ist, sondern vor allem entsteht ein einsatzbereites Gerät. Es fehlt nur noch der Bereich der Vorverstärker mit den Eingangsbuchsen, wenn man aber über NF-Signale mit ausreichender Amplitude verfügt, läßt sich der Puzzle-Verstärker bereits uneingeschränkt betreiben. Wie der Artikel zeigen wird, ist der Verstärker mit einem sehr geringen Bauteileaufwand zu realisieren.

Funktionsgruppen

Eine Blockdarstellung der Schaltung (Bild 1) bringt Übersicht in das Gewirr von Potis und Transistorstufen.

Die Eingänge für den rechten und den linken Kanal sind mit je einer Pufferstufe verbunden. Diese Einheiten - es handelt sich um gewöhnliche Emitterfolger - haben eine hohe Eingangs-, aber eine niedrige Ausgangsimpedanz, der Verstärkungsfaktor beträgt genau 1, so daß Ein- und Ausgangsspannung dieselbe Amplitude haben. Die Pufferstufe ist erforderlich, weil der eigentliche Klangeinsteller aus einer Quelle (hier: die Pufferstufe) mit niedrigem Innenwiderstand gespeist werden muß.

Der Klangregler ist nach dem bewährten und als „Kuhschwanz-Entzerrer" sehr bekannt gewordenen Prinzip von Baxandall aufgebaut. Die beiden Einstellnetzwerke, je eines für Höhen und Tiefen (pro Kanal) liegen im Gegenkopplungszweig eines Verstärkers; somit ist die Notwendigkeit dieser Baugruppe ausreichend belegt.

Von den Verstärkerausgängen des rechten und des linken Kanals sind die beiden Signalleitungen auf einen gemeinsamen Block am Ausgang der Schaltung geführt. Hier erfolgt die Lautstärke- und Balance-Einstellung.

Gesamtschaltung

Bild 2 zeigt die vollständige Schaltung für beide Kanäle.

Die Pufferstufen sind mit BC 107 aufgebaut, selbstverständlich kann man auch ein gängiges Äquivalent dieses Typs, etwa den BC 547 einsetzen. Mit dem üblichen Basisspannungsteiler erfolgt die Gleichspannungseinstellung der ersten Stufe.

Das hinsichtlich Lautstärke und Frequenzgang zu bearbeitende Signal gelangt über die Reihenschaltung aus Widerstand R1 und Kondensator C1 (im rechten Kanal, oben in Bild 2) auf die Basis der Pufferstufe. C1 ist der Trennkondensator, R1 dient der Stabilisierung gegen hochfrequentes Schwingen. Am Emitter des Transistors T1 wird das Signal ausgekoppelt, ebenfalls über einen Gleichspannungs-Trennkondensator.

Auf die Beschreibung der Funktionsweise des Baxandall-Klangeinstellers wird hier verzichtet, sie findet sich sehr ausführlich in P.E. Heft 10/11-78.

Der Transistor T2 bildet mit seiner Beschaltung eine Verstärkerstufe, zur Gleichspannungseinstellung dient auch hier ein Basisspannungsteiler (R11, R12). Diese Widerstände, insbesondere R11, setzen die Eingangsimpedanz der Verstärkerstufe herab. Dies ist im Prinzip ungünstig, weil ein Baxandall-Netzwerk möglichst wenig belastet werden soll, jedoch ist hiermit kein entscheidender Nachteil verbunden, weil der Puzzle-Verstärker nicht für allerhöchste Ansprüche konzipiert ist. So bleibt der Klangeinsteller sehr einfach im Aufbau, das gilt auch für den Lautstärke- und Balance-Einsteller. Über den Trennkondensator C9 gelangt das verstärkte Signal vom Kollektor der Stufe T2 zum Lautstärke-Poti R15. An dessen Abgriff ist unmittelbar das Balance-Poti R16 angeschlossen. Beide Potis sind Stereoausführungen, deshalb tragen die beiden

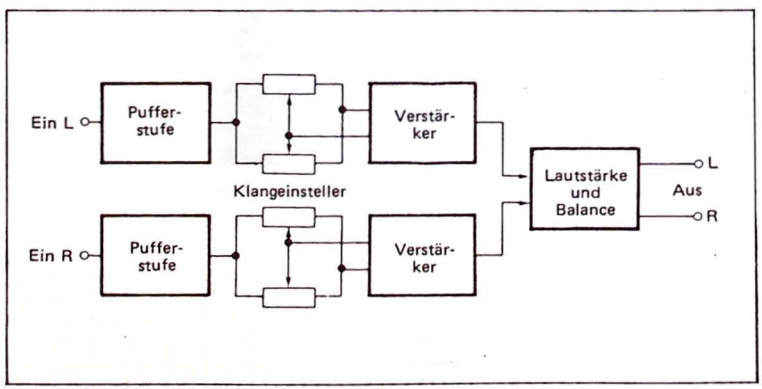


Bild 1. *Die Funktionsgruppen im Einstell-Baustein. Der Klangeinsteller bildet mit dem Verstärker eine gewisse Einheit, da das Netzwerk in der Gegenkopplung liegt.*

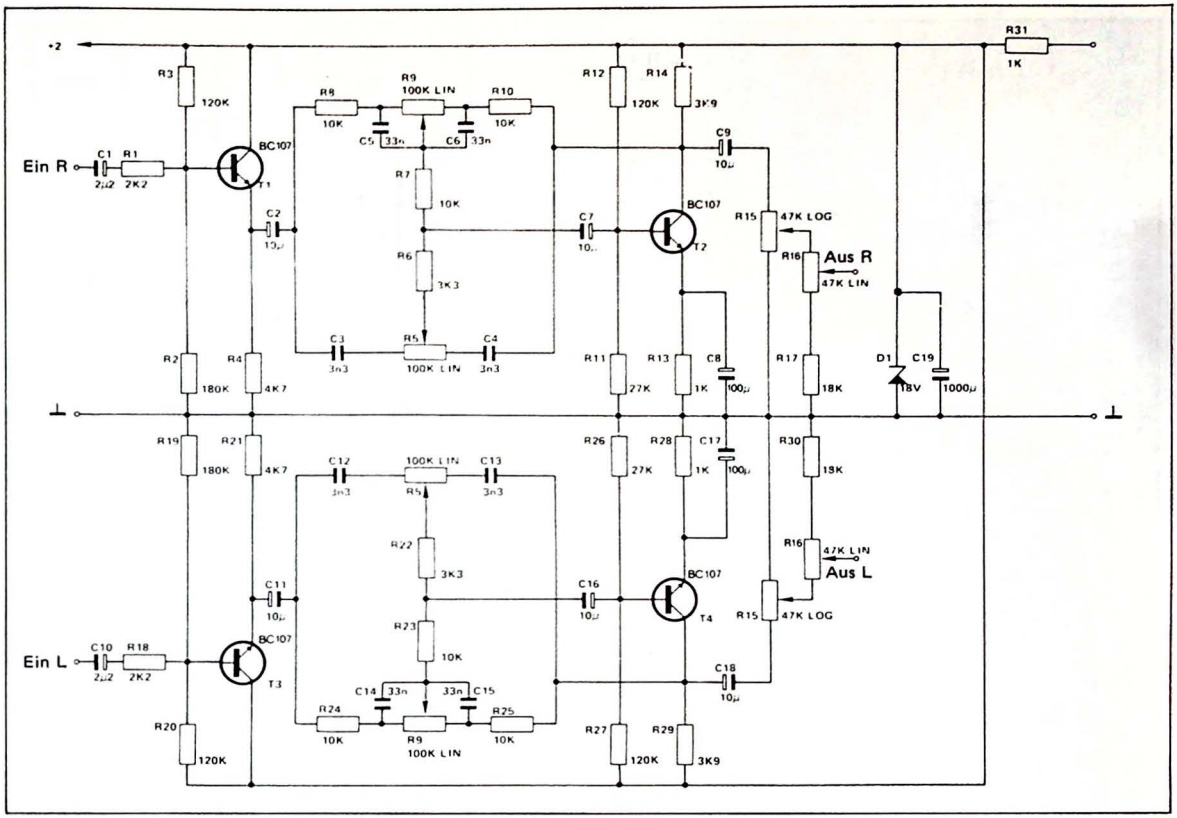
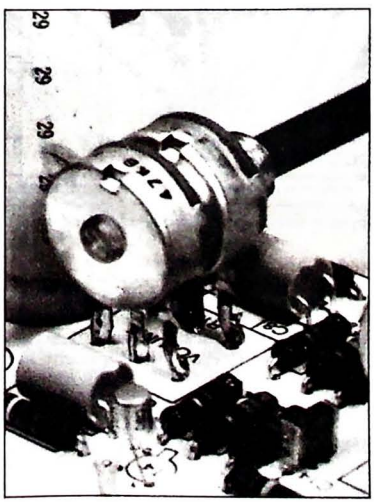


Bild 2. *Die Gesamtschaltung. Die beiden Kanäle rechts (oben) und links (unten) sind völlig identisch aufgebaut. Will man den Baustein getrennt in einer anderen Anlage benutzen, so ist zu beachten, daß die Ausgänge nicht gleichspannungsfrei sind.*

Hälften eines Potis identische Bezeichnungen. In diesem Zusammenhang sei auf eine wichtige Tatsache hingewiesen, die aus Bild 2 nicht hervorgeht. Das Lautstärke-Poti ist so geschaltet, daß seine beiden Abgriffe in jeder Stellung symmetrisch zur Masse stehen, d.h. die



Stückliste

Einstell-Baustein

WIDERSTÄNDE 1/4 Watt, 5%

R1, R18	*= 2,2 k-Ohm*
R2, R19	*= 180 k-Ohm*
R3, R12, R20, R27	*= 120 k-Ohm*
R4, R21	*= 4,7 k-Ohm*
R5, R9	*= 100 k-Ohm, Poti lin., Stereo, evtl. Printausf.*
R6, R22	*= 3,3 k-Ohm*
R7, R8, R10, R23, R24, R25	*= 10 k-Ohm*
R11, R26	*= 27 k-Ohm*
R13, R28	
R31	*= 1 k-Ohm*
R14, R29	*= 3,9 k-Ohm*
R15	*= 47 k-Ohm, Poti log., Stereo, evtl. Printausf.*
R16	*= 47 k-Ohm, Poti lin., Stereo, evtl. Printausf.*
R17, R30	*= 18 k-Ohm*

KONDENSATOREN **RM**

C1, C10	*= 2,2 µF, 40/63 V,*	*5*
C2, C7, C9 C11, C16, C18	*= 10 µF, 25/40 V,*	*5*
C3, C4, C12, C13	*= 3,3 nF, MKH,*	*7,5*
C5, C6, C14, C15	*= 33 nF, MKH,*	*7,5*
C8, C17	*= 100 µF, 16 V,*	*5*
C19	*= 1000 µF, 25 V,*	*5/7,5*

HALBLEITER

D1	*= Z-Diode 18 V, 400 mW*
T1, T2	
T3, T4	*= BC 107 o. äquiv., z.B. BC 547*

SONSTIGES

12	*x Lötstifte RTM*
12	*x Steckschuhe RF*
6	*x Abstandsröhrchen 5 mm*
6	*x Schrauben M3 x 15*
6	*x Muttern M3*
4	*x Bedienungsknöpfe für Potis*
1	*x Print nach Bild 4/5*

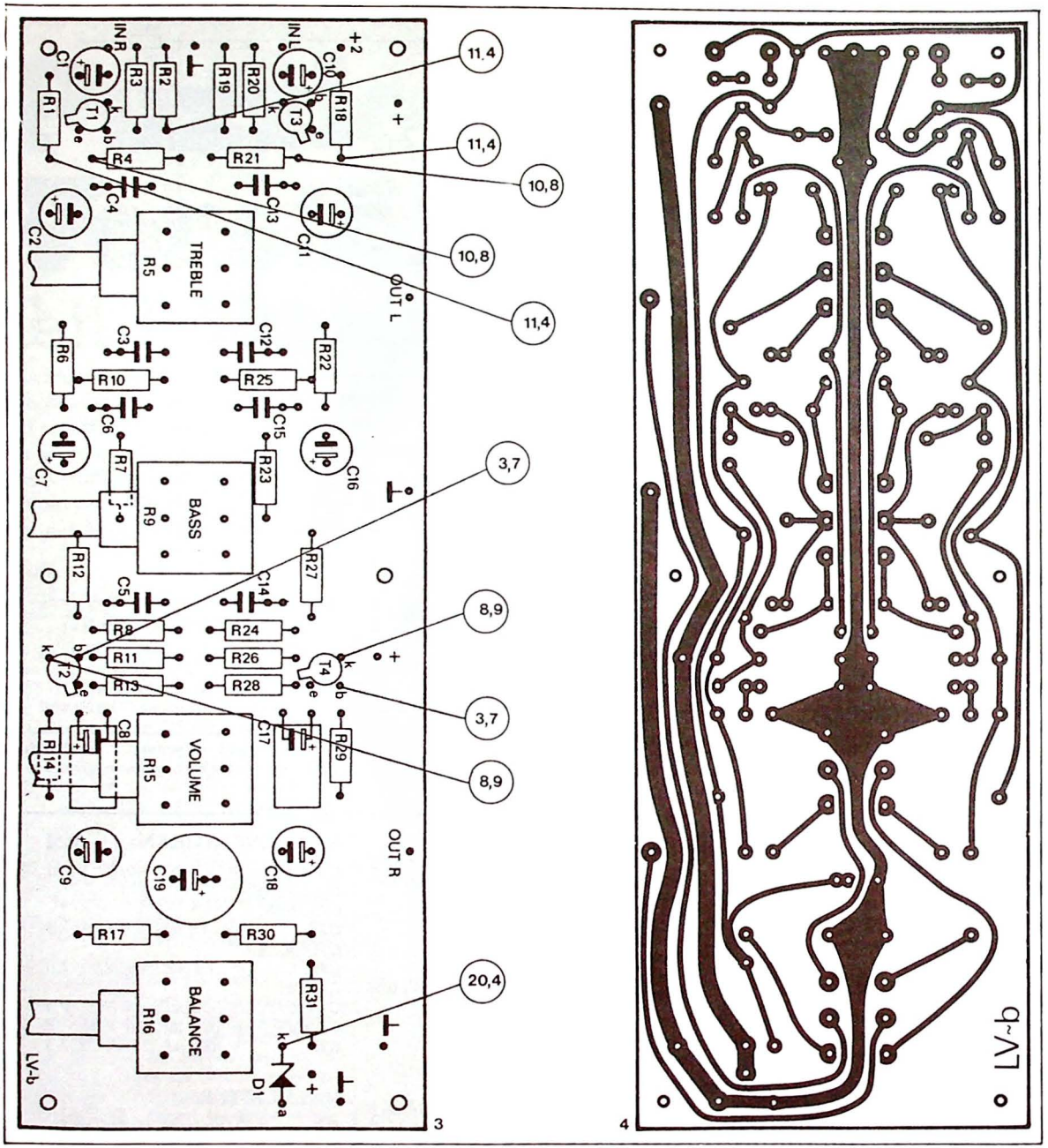


Bild 3. *Der Spannungsplan gilt für „kein Signal am Eingang".* **Bild 4.** *Der Print hat die doppelte Breite eines Endverstärker-Prints.*

Lautstärke ändert sich beim Verdrehen in beiden Kanälen in derselben Richtung, d.h. beide Kanäle werden gleichzeitig stärker oder schwächer. Anders beim Balance-Poti. Es ist so geschaltet, daß beim Verdrehen die Lautstärke in dem einen Kanal zunimmt, während sie im anderen Kanal abnimmt.

Seine Speisespannung bezieht der Baustein vom Netzteil des Puzzle-Verstärkers. Mit den Bauelementen D1, R31 und C19 erfolgt eine Stabilisierung auf 18 V. Der Elko hat einen recht hohen Kapazitätswert, dies mit Rücksicht auf die starke Schwankung der Speisespannung bei Aussteuerung des Verstärkers. Die 18 V-Leitung hat die Codierung +2 bekommen; in der nächsten Ausbaustufe wird der Eingangs-Baustein mit dieser Spannung versorgt.

Baukosten-Voranschlag

DM 45,-

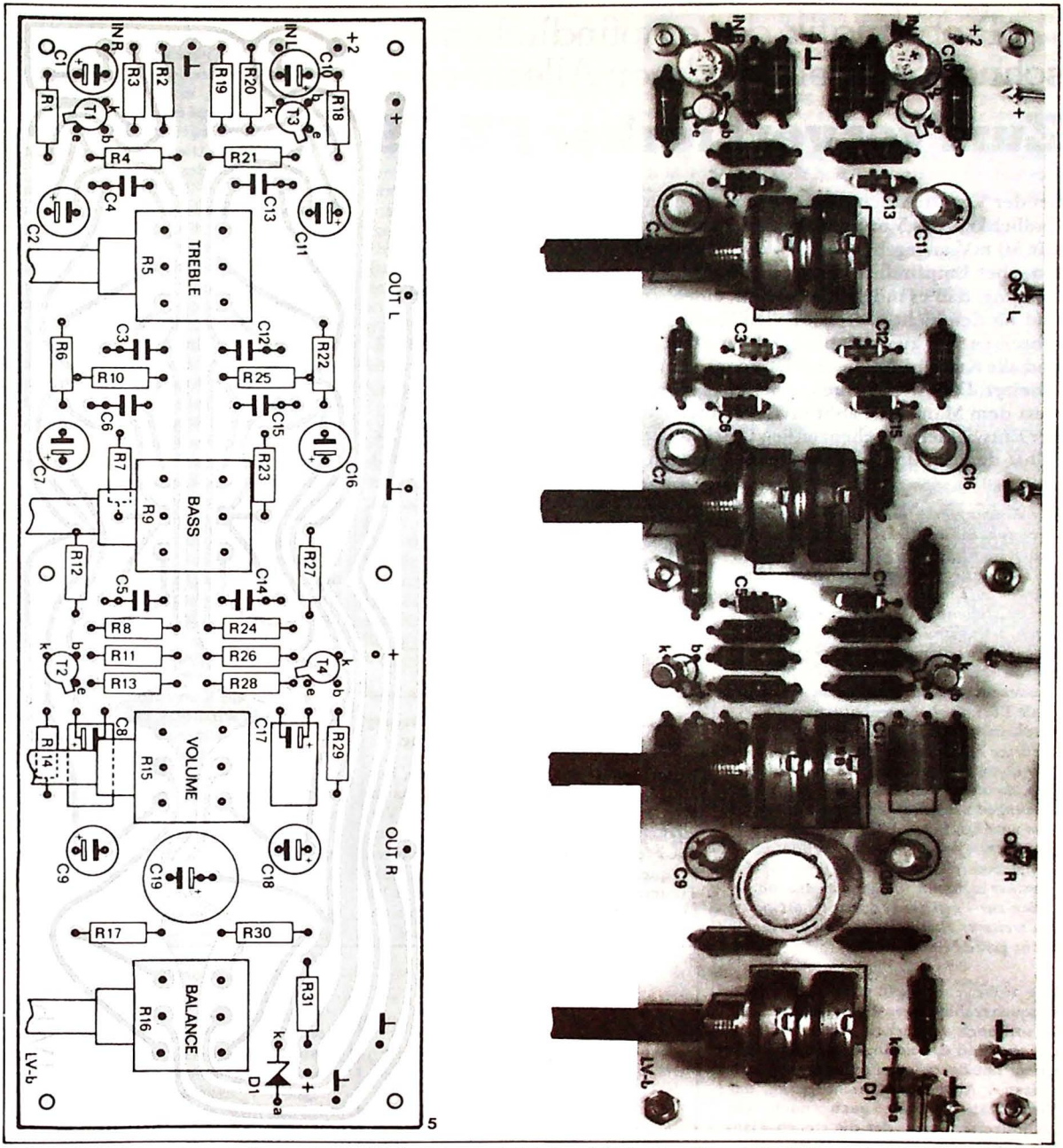


Bild 5. *Bestückungsplan und Foto zeigen, daß der Print großzügig bestückt ist. Der Grund: Der Print muß in das Puzzle passen.*

Bauhinweise

Die Bestückung des Prints startet mit den Lötstiften, dann kommen Widerstände, Kondensatoren und Halbleiter. Die beiden Print-Elkos C8 und C17 müssen aus Platzgründen liegend montiert werden.

Zuletzt werden die Potis montiert, dazu lötet man zunächst kurze, blanke Drahtstücke an die Lötlippen, steckt dann die Drähte durch den Print und lötet sie an. Dieser Baustein ist nun fertig und kann mit den beiden Endverstärker-Prints provisorisch zusammengesteckt werden. Dies geschieht an sechs Stellen, nämlich zweimal Masse, zweimal Plus und zwei Signalleitungen für rechts und links.

Der Spannungsplan Bild 3 kann, wenn die Schaltung nicht funktionieren sollte, zu Rate gezogen werden. Die angegebenen Werte wurden mit einem Instrument mit einem Innenwiderstand von 20 k-Ohm/Volt gemessen. Abweichungen von 10% von den eingetragenen Werten sind allerdings kein Grund zur Aufregung.

Problematik des empfindlichen, schnellen, breitbandigen Allesfressers

Zum Vorverstärker FZ '79

Bei der Veröffentlichung des Frequenzzählers '79 wurde die Empfindlichkeit des Vorverstärkers, der sich in der Entwicklung befand, mit 50 mV angegeben. Dieser Wert war längst erreicht und unterschritten, aber Empfindlichkeit ist nicht alles. Wir waren und sind der Überzeugung, daß es möglich sein muß, einen Vorverstärker zu entwickeln und für den nicht-professionellen Nachbau in einer Zeitschrift zu beschreiben, der zugleich bis herab zu Frequenzen von 50 Hz funktioniert und alle Kurvenformen, insbesondere Sinusspannungen, einwandfrei verarbeitet. Da wir es für besser halten, spät etwas Ordentliches zu bringen, statt dem Mann im Labor etwas Halbfertiges vom Tisch zu nehmen, soll der Entwickler zwischenzeitlich Gelegenheit bekommen, die Problematik selbst darzustellen. Es folgt der Originalton Labor. (Red.)

Die Eingangsempfindlichkeit gängiger Frequenzzähler-ICs ist für manche Aufgaben nicht hoch genug, dieser Nachteil läßt sich nur durch vorgeschaltete Verstärker aufheben. Die an solche Verstärker zu stellenden Anforderungen sind hoch, teilweise sogar gegensätzlicher Natur, sie stellen den Entwickler vor schwierige Aufgaben. Das trifft in besonderem Maß dann zu, wenn die optimale Lösung als Bauanleitung in P.E. erscheinen soll. Nachbausicherheit, niedrige Kosten und Abgleich ohne aufwendigen Meßgerätepark sind Forderungen, die mehr oder weniger aufwendige Lösungen nach industriellem Vorbild von vornherein ausschließen. Die in kommerziellen Geräten verwendeten Bauelemente stehen dem Hobby-Elektroniker wohl nur in seltenen Ausnahmefällen zur Verfügung; damit ergibt sich ein weiteres Handicap, das die Probleme nicht gerade vereinfacht.

Was sollte ein Vorverstärker für einen Frequenzzähler eigentlich alles können? Er soll hoch verstärken, er soll breitbandig sein und dabei möglichst auch noch einen linealgeraden Frequenzgang aufweisen . Aber damit nicht genug, der Vorverstärker muß auch noch ein „Allesfresser" sein, der die steilen Flanken von Rechteckschwingungen genauso klaglos verdaut, wie langsame Sinusschwingungen. Keinesfalls darf er seinen Unmut über die eine oder die andere Schwingungsform durch unkontrollierte wilde Schwingungen äußern.

Wird vom Vorverstärker eine Eingangsempfindlichkeit von u_{ss} = 50 mV verlangt, dann muß seine Ausgangsspannung etwa u_{ss} = 3 V betragen, denn das ist die Eingangsamplitude, die das Zähler-IC 7216 für sicheres Arbeiten an seinem Steuereingang benötigt. Die Mindestforderung für den Vorverstärker

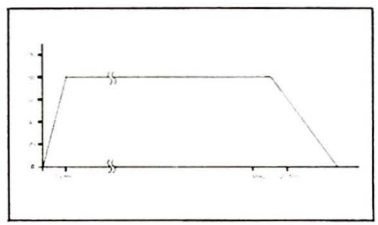


Bild 1. *So soll der ideale Frequenzgang aussehen: gleichmäßige Verstärkung.*

lautet daher: 60fache Verstärkung, besser noch etwas darüber, wie das in Bild 1 angedeutet ist. Das soll der Verstärker aber nicht nur bei einer bestimmten Frequenz tun, sondern im gesamten Frequenzbereich des Zählers. Das Traumziel ist also ein Bereich von 0 Hz bis min. 10 MHz. Befassen wir uns daher zunächst noch mit der Verstärkung. Die Ausgangsspannung eines Verstärkers, der an 5 V Speisespannung betrieben wird, liegt theoretisch in der Nähe der Speisespannung, in der Praxis etwa bei maximal 4 V. Außerdem können höhere Eingangsspannungen als 5 V das Zähler-IC beschädigen. Die Obergrenze der Ausgangsamplitude des Verstärkers (4 V) ist aber bei 80facher Verstärkung und 50 mV Eingangsamplitude schon erreicht (Bild 2a), bei höherer Eingangsamplitude reagiert der Verstärker schon ungnädig: Er „fährt in die Begrenzung". Der Verstärker läßt die Bäume nicht in den Himmel wachsen, er „kappt" die Amplitudenspitze (Bild 2b). Im Extremfall wird dann aus einer sinusförmigen Eingangsspannung eine fast rechteckförmige Schwingung am Ausgang. Das wäre dem Zählereingang sogar sehr recht, der liebt nämlich Rechteckschwingungen wegen ihrer steilen Flanken.

Manche Verstärker „spielen aber verrückt", wenn die Eingangsamplitude 1 V überschreitet, sie reagieren auf eine derartige Übersteuerung, indem sie wilde Schwingungen produzieren! Abhilfe ist in unterschiedlicher Weise möglich, die beste Lösung wäre eine automatische Verstärkungsregelung. Sie kommt für unseren Fall leider nicht in Betracht, weil zu aufwendig. Auch die nächstbeste Lösung, ein einstellbarer Spannungsteiler scheidet aus, weil er für alle Frequenzen und für alle Kurvenformen „kompensiert" (= Beschaltung mit Kondensatoren) werden müßte. Solche Kompensationen lassen sich aber nur durchführen, wenn sichergestellt werden kann, daß *jeder* Bausatz für den Eingangsspannungsteiler Widerstände des gleichen Fabrikats und des gleichen Typs enthält. Individuell bestückte Spannungsteiler lassen sich aber ohne Oszilloskop und ohne Funktionsgenerator nicht kompensieren.

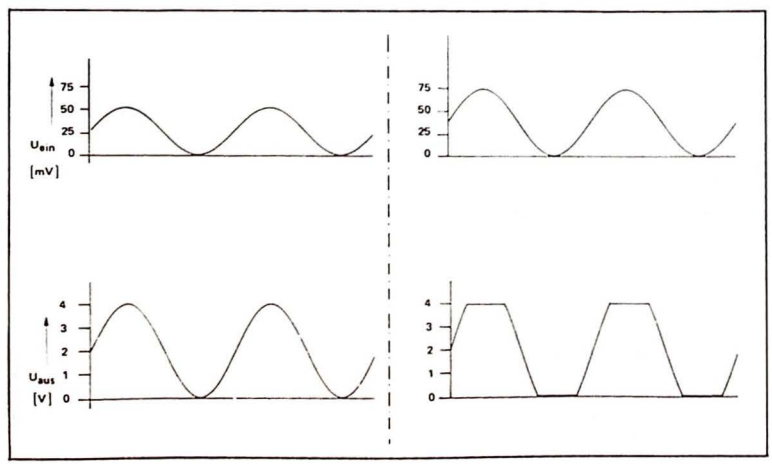


Bild 2. *a) Kurvenform der Eingangsspannung (oben) und der Ausgangsspannung (unten) bei „normaler" Steuerung des Vorverstärkers; b) Kurvenform bei Übersteuerung.*

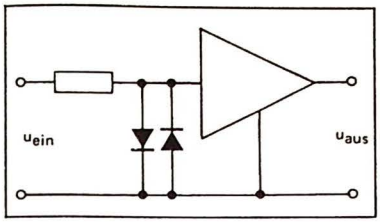


Bild 3. *Eingangskappdioden schützen vor Übersteuerung, der Widerstand schützt die Dioden gegen zu hohen Strom.*

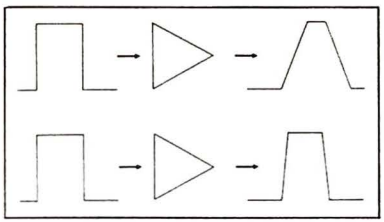


Bild 4. *Zur Erläuterung des Begriffs „Spannungsanstiegsgeschwindigkeit", bekannter ist wohl „Slew Rate" (engl.)*

Diese Beispiele ließen sich noch beliebig erweitern, kommen wir daher zu der in Bild 3 gezeigten Simpelversion: Eingangskappdioden. Sie haben die gleiche Wirkung wie ein begrenzender Verstärker; überschreitet die Eingangsspannung die Durchlaßspannung der Dioden (etwa 700 mV), so kappen sie alles ab, was über 700 mV hinauswachsen will. Der vor den Dioden angeordnete Schutzwiderstand dient der Strombegrenzung, er bewahrt Dioden und Verstärkereingang vor Überlastung. Damit wäre die Diskussion um „wie wenig" oder „wieviel" am Verstärkereingang beendet, nicht aber die Frage beantwortet: Wie darf das aussehen, was da ankommt?

Leider sind Verstärker recht eigenwillige Gebilde, denen lange nicht alles gleich gut schmeckt, was ihnen an Schwingungsformen auf der elektronischen Speisekarte angeboten wird. „Langsame" Verstärker mögen z.B. keine „schnellen" Impulse, das liegt an ihrem Arbeitstempo. Angaben dazu finden sich in den Datenblättern unter dem Begriff „Spannungsanstiegsgeschwindigkeit" (engl.: Slew Rate); ausgedrückt in Volt pro Mikrosekunde (V/µs), Hier soll nun versucht werden, ohne Mathematik und ohne Formelkram zu verdeutlichen, was damit gemeint ist.

Man denke sich einen Rechteckimpuls mit steilen Flanken, der dem Eingang des Verstärkers zugeführt wird (Bild 4). Betrachten wir zunächst nur die ansteigende Flanke, sie stellt einen außerordentlich schnellen Spannungssprung mit rasanter Anstiegsgeschwindigkeit dar. Haben wir nun einen „lahmen" Verstärker mit niedriger Slew-Rate vor uns, so benötigt der ziemlich viel Zeit um diesem Spannungssprung zu folgen, am Verstärkerausgang erscheint daher eine Flanke, die eine weitaus geringere Flankensteilheit aufweist.

Genau so verhält es sich mit der Rückflanke des Impulses, auch hier verläuft die Neigung flacher. Ein schneller Verstärker braucht zwar auch eine gewisse Zeit, um einem Spannungssprung zu folgen, aber wie im unteren Teil von Bild 4 dargestellt, ist die Verfälschung der Impulsform am Ausgang wesentlich geringer. Das Bild der Impulsform am Ausgang stimmt daher weitaus besser mit dem Bild dessen überein, was man in den Eingang hineinschickte. Schnelle Verstärker sind zu beschaffen, aber auch hier fiel ein Wermutstropfen in den Becher der Freude: Das Labor erhielt ein Muster eines Verstärker-ICs, das von allen getesteten Typen die besten Eigenschaften aufwies, es wird aber erst in etwa 5 Monaten mit ausreichenden Stückzahlen für den Handel verfügbar sein.

Schnelle Verstärker haben aber den Nachteil, daß sie eine niedrige Eingangsimpedanz aufweisen. Die Folge kann sein, daß die Eingangsspannung bei derartiger Belastung zusammenbricht. Hier ist guter Rat nicht so teuer, Abhilfe schafft ein FET, der als Impedanzwandler geschaltet ist. Er liegt als Pufferstufe mit der Verstärkung 1 vor dem Eingang des Vorverstärkers (Bild 5). Feldeffekttransistoren haben eine hohe Eingangsimpedanz, sie liegt bei geeigneter Beschaltung im Megohm-Bereich; sie sind schnell und auch die Eingangskapazität ist niedrig. Als Sourcefolger geschaltet (Bild 5a), erfüllen sie die gestellten Anforderungen recht ordentlich. Noch besser allerdings arbeiten sie in der Schaltung nach Bild 5b, das ist eine Schaltung, die im Fachjargon vielfach mit Super-Source-Folger bezeichnet wird.

Im Rahmen diese Artikels würde es zu weit führen, diese Schaltungsart genauer zu analysieren, ein Punkt verdient aber Erwähnung: Der Transistor T2 muß auch ein schneller Hirsch sein, hier eignen sich nur sehr schnelle Schaltungen; ein normaler BC... tut es da nicht! Das ist aber keine Hürde, derartige Schalttransistoren sind relativ leicht zu beschaffen.

Was ist denn nun der langen Rede kurzer Sinn? Beileibe keine Entschuldigung für den Entwickler, daß er seiner Redaktion die längst versprochene Bauanleitung für den Vorverstärker nicht termingemäß geliefert hat, sondern eher eine Plauderei aus dem Nähkästchen. Sie gewährt dem Leser vielleicht einige Einblicke und auch Verständnis für die Mühen und Plagen eines Entwicklers, der sich damit befaßt, praktikable Bauanleitungen für P.E.-Leser auszubrüten und in die Tat umzusetzen.

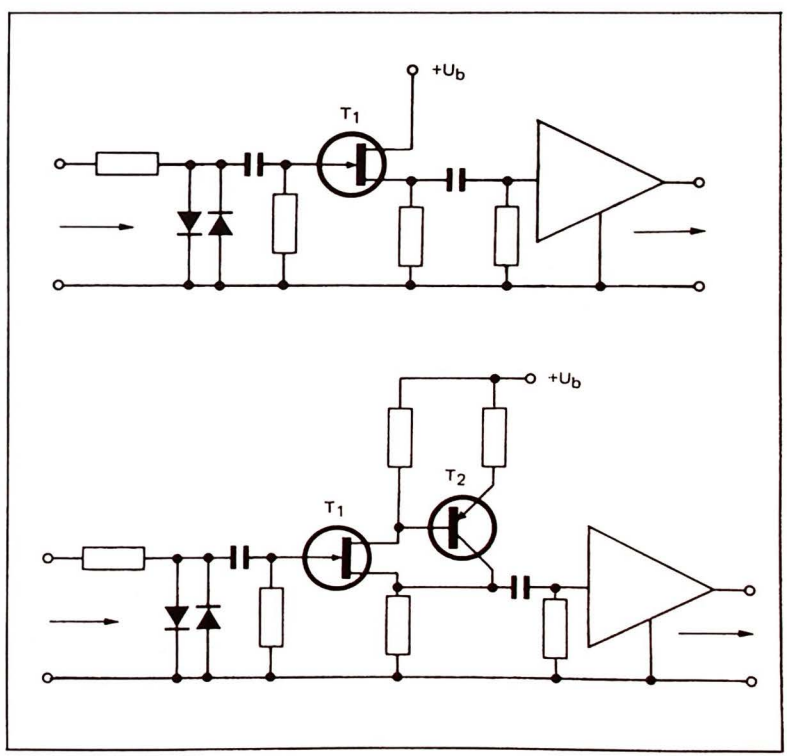


Bild 5. *Sourcefolger (a) und Super-Sourcefolger (b) als Impedanzwandler vor dem Eingangsverstärker eines Frequenzzählers.*

Netzteile allgemein

Praxisorientierter Grundlagenbeitrag (1)

P.E.-Schaltungen sind fast immer so ausgelegt, daß die erforderliche Stromversorgung bereits im Schaltungsentwurf enthalten ist. Bei eigenen Schaltungsentwürfen und Experimentierschaltugen stellt sich dem Hobby-Elektroniker oft die Aufgabe, eine geeignete Stromversorgung zu entwerfen. Dabei sollen nach Möglichkeit auch bereits vorhandene oder gerade günstig angebotene Bauelemente Verwendung finden. Was sich in einem Netzteil tut, was bei dem Schaltungsentwurf zu berücksichtigen ist, das soll in dieser Beitragsreihe dargestellt und durch praktische Hinweise ergänzt werden.
Deshalb werden im Rahmen dieser Serie auch Netzteilprints vorgestellt, die so weit wie möglich universellen Charakter haben. Den Abschluß werden praxisnahe Tips und Tricks aus dem professionellen Bereich bilden.

Speisespannung

Ausgangspunkt aller Überlegungen ist die stillschweigende Voraussetzung, daß es sich bei der Speisespannung des zu versorgenden elektronischen Gerätes um eine Gleichspannung handelt, die durch Gleichrichtung aus der Netzwechselspannung gewonnen werden soll. Da es sich in der Regel um Versorgungsspannungen handelt, deren Betrag wesentlich niedriger liegt als derjenige der Netzspannung, ist ein Wandler vonnöten, der die hohe Spannung des Lichtnetzes in die niedrigere Spannung umformt.
Diese Aufgabe erfüllt ein Netztransformator mit zwei getrennten, gegeneinander isolierten Wicklungen. Das Übersetzungsverhältnis zwischen Primärwicklung (Netzseite) und Sekundärwicklung (Verbraucherseite) ist maßgebend für die Spannung auf der Sekundärseite. Getrennte Wicklungen und gute Isolation zwischen Primär- und Sekundärwicklung haben aber noch eine zweite, (lebens-) wichtige Funktion: Sie sorgen für die galvanische Trennung zwischen dem Lichtnetz und dem Verbraucher!

Gleichrichtung

Es gilt nun, die von der Sekundärwicklung des Netztrafos gelieferte Wechselspannung in eine Gleichspannung umzuwandeln, die Gleichrichtung des Wechselstromes übernehmen eine oder mehrere Dioden. Diodenstrecken verhalten sich wie Ventile, bei denen Strom nur in einer Richtung, der Durchlaßrichtung fließen kann. In entgegengesetzter Richtung (Sperrichtung) ist das Diodenventil geschlossen, es kann kein Strom fliessen. Hier sei angemerkt, daß wir uns bei den nun folgenden Darstellungen an die sogenannte „konventionelle" Betrachtungsweise der Stromrichtung halten.

Einweggleichrichter

Die einfache Gleichrichterschaltung nach Bild 1 stellt einen geschlossenen Stromkreis dar, er besteht aus der Sekundärwicklung des Netztrafos mit den Anschlüssen A und B, aus der Gleichrichterdiode D sowie dem Verbraucher, gebildet vom Lastwiderstand RL. Man bezeichnet diese Schaltung als „Einweggleichrichter".
Wegen der Ventilwirkung der Diode D stellt der Kreis eine Einbahnstraße für den Strom dar, die Pfeile in Bild 1 geben die „Fahrtrichtung" an. Aus der sinusförmigen Wechselspannung (links im Bild) bildet sich am Lastwiderstand RL eine wellige und lückenhafte positive Spannung, eine pulsierende Gleichspannung (rechts im Bild). Die Einweggleichrichter-Schaltung hat einen schlechten Wirkungsgrad, weil der Energiegehalt der negativen Halbwelle nicht ausgenutzt

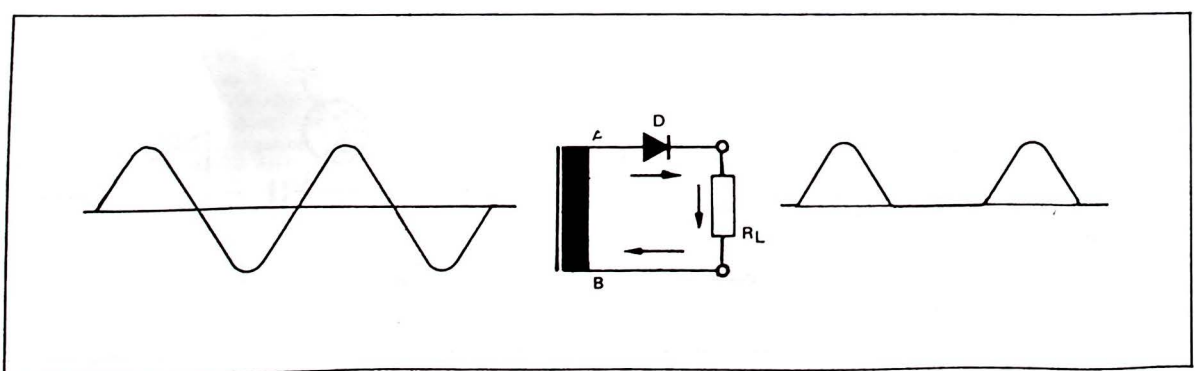


Bild 1. *Die einfachste Gleichrichterschaltung besteht nur aus einem Stromventil, der Diode D. Von der Wechselspannung wird nur eine Halbwelle genutzt; dies ist bei der gewählten Polung der Diode die positive Halbwelle an Punkt A des Transformators.*

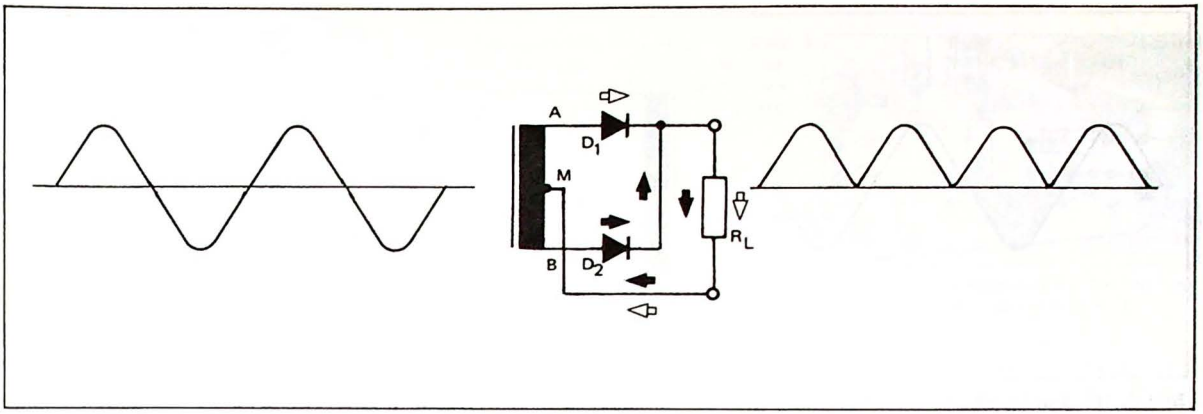


Bild 2a. *Was der Zweiweg- oder Doppelweggleichrichter aus der Wechselspannung macht, ist zwar eine Gleichspannung, die aber wegen ihrer Welligkeit gar nicht so aussieht. Für die Stromversorgung elektronischer Geräte ist diese Spannung erst nach Glättung geeignet. Der Zweiweggleichrichter hat den Nachteil, daß er die während der positiven Halbwelle auftretende negative Spannung an Punkt B nicht nutzt, die untere Wicklungshälfte ist „außer" Betrieb; bei der negativen Halbwelle die obere Hälfte.*

wird. Für den Aufbau von Stromversorgungen ist sie deshalb von untergeordneter Bedeutung.

Zweiweggleichrichtung

Besser sieht es schon auf der rechten Seite von Bild 2a aus, bei der hier gezeigten Zweiweg- oder Doppelweg-Gleichrichter-Schaltung sind die häßlichen Lücken von Bild 1 zumindest schon mit einer positiven Halbwelle ausgefüllt.

Das wird erreicht durch die Verknüpfung von zwei Einweggleichrichter-Schaltungen, deren Wirkungsweise aus Bild 2b zu erkennen ist. Wichtig für die Betrachtungsweise ist, daß Punkt M der „Standort des Beschauers" ist. Von hier aus gesehen, besteht die Sekundärwicklung des Netztrafos aus zwei gleichen Wicklungen mit entgegengesetztem Wickelsinn. Entgegengesetzter Wickelsinn – angedeutet durch die halbkreisförmigen Pfeile – bedeutet aber, daß die Spannungen in den beiden Sekundärwicklungen auch entgegengesetzte Richtungen haben. Sie sind um 180° gegeneinander phasenverschoben, wie das links in Bild 2b zu erkennen ist. Liegt an der Wicklung M-A die positive Halbwelle der sinusförmigen Wechselspannung, so hat zum gleichen Zeitpunkt die Spannung an Wicklung M-B die entgegengesetzte Richtung.

Leitet D1, weil eine positive Halbwelle anliegt, so sperrt zum gleichen Zeitpunkt D2, weil dort eine negative Halbwelle anliegt; umgekehrt verhält es sich bei der folgenden Halbwelle.

Beide Halbwellen vereinigen sich am Lastwiderstand RL zu einer positiven Halbwellenspannung mit der doppelten Frequenz der Einzelspannungen. Die beiden Halbwellen füllen also jeweils die gegenseitigen Lücken aus, wie das in Bild 2b (rechts) angedeutet ist.

Bei der Zweiweggleichrichtung entsteht also eine positive, pulsierende Gleichspannung, die wesentlich gleichmäßiger als bei Einweggleichrichtung verläuft. Trotz dieser positiven Aspekte arbeitet die Schaltung nach Bild 2 noch relativ unwirtschaftlich, es sind zwei Sekundärwicklungen erforderlich, der Energiegehalt der negativen Halbwellen geht ebenfalls verloren.

Brückengleichrichter

Vier Dioden sind nach Bild 3 zu einer Gleichrichterbrücke vereint, sie wird aus nur einer Sekundärwicklung gespeist. In Bild 3 verdeutlichen die eingezeichneten Pfeile die Wirkungsweise des Brückengleichrichters. Während der positiven Halbwelle (A positiv gegenüber B) fließt der Strom von A über die Diode D1, den Lastwiderstand RL und die Diode D3 nach B. Die dunklen Pfeile geben die Richtung an. Während der negativen Halbwelle ist A negativ gegenüber B, das bedeutet: B ist positiv gegenüber A. Während der negativen Halbwelle fließt daher Strom von B über D2, RL und D4 nach A (helle Pfeile).

Beide Ströme fließen also in der *gleichen* Richtung durch den Lastwiderstand RL, an RL steht somit eine pulsierende

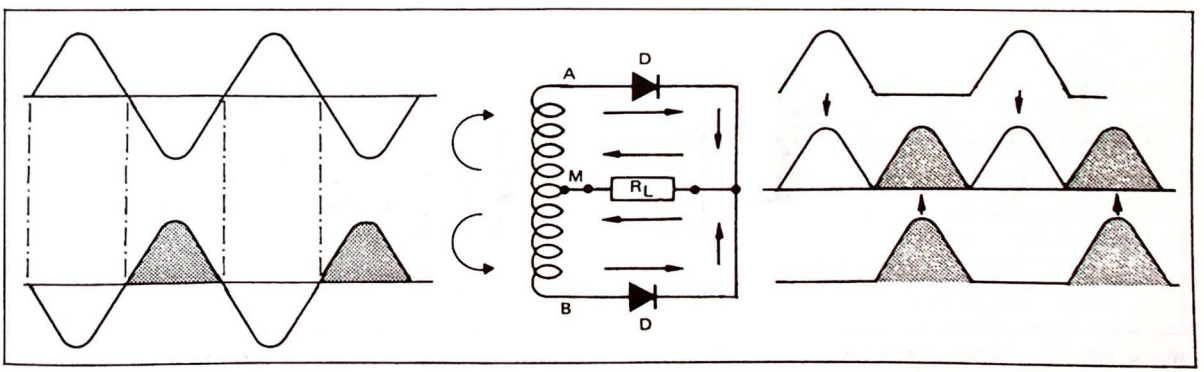


Bild 2b. *Diese Darstellung zeigt links, mit welcher Phasenlage die Halbwellen am Netztrafo wirksam werden. Rechts ist dargestellt, wie die Gleichrichterschaltung die Spannungen nutzt. Die Hälfte des Energiegehaltes der Wechselspannung geht verloren.*

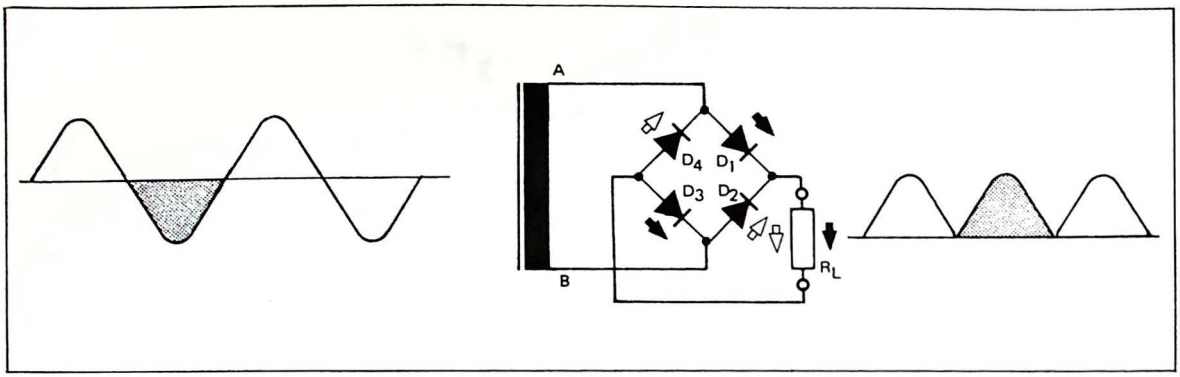


Bild 3. *Mit Brückengleichrichter ist ein Trafo mit Mittelanzapfung nicht erforderlich, verarbeitet wird also nur eine, die links dargestellte Wechselspannung. Das Resultat sieht so aus wie bei der Schaltung in Bild 2, die Energienutzung ist jedoch besser.*

Gleichspannung mit der doppelten Frequenz der Eingangsspannung. Der Brükkengleichrichter arbeitet am wirtschaftlichsten; mit nur einer Sekundärwicklung und dem Mehraufwand von zwei Dioden wird hier auch der Energiegehalt der negativen Halbwelle ausgenutzt.

Glättung

Selbst bei größtem Wohlwollen kann man die vom Zweiweg- oder vom Brückengleichrichter gelieferte Spannung nicht als saubere Gleichspannung bezeichnen, die tiefen Lücken zwischen den Halbwellen müssen so weit wie möglich ausgefüllt werden. Das geschieht bei der Brückenschaltung nach Bild 4 mit Hilfe des Ladekondensators C, er übernimmt die Glättung der Wogen.

Bei jeder Halbwelle lädt sich der Kondensator C (fast) bis auf den Scheitelwert der Halbwellenspannung auf, er gibt während der „Talfahrt" der Halbwelle die gespeicherte Ladung an den Verbraucher ab. Daraus resultiert eine Gleichspannung, der eine wellenförmige Wechselspannung überlagert ist.

Brummspannung

Die der Gleichspannung überlagerte Wechselspannung wird mit „Brummspannung" bezeichnet. Der Name stammt aus der NF-Technik, weil sich diese Spannung bei NF-Verstärkern durch einen Brummton im Lautsprecher bemerkbar machen kann.

In Bild 4 rechts ist der Verlauf der Gleichrichter-Ausgangsspannung dargestellt. Es ist zu erkennen, daß die Brummspannung nicht sinusförmig ist, ihre Form nähert sich eher derjenigen eines Sägezahns.

Die Welligkeit der Gleichspannung, d.h. der Brummspannungsanteil hängt von verschiedenen Faktoren ab. Leicht einzusehen ist, daß sich Spannungsschwankungen im Lichtnetz auch proportional als Schwankungen der Gleichrichter-Ausgangsspannung auswirken.

Starken Einfluß auf die Welligkeit übt die Kapazität des Ladekondensators aus, bei zu niedrigen Kapazitätswerten reicht das „Fassungsvermögen" des Kondensators nicht aus, um die Täler zwischen den Wellenbergen so weit wie möglich auszufüllen. Das einfachste Gegenmittel wäre es daher, den Kapazitätswert des Ladekondensators C soweit zu erhöhen, daß alle Wellen ausgebügelt werden. Wie später noch gezeigt wird, ist diese Maßnahme – nicht nur aus Kostengründen – sondern auch aus systembedingten Gründen nicht uneingeschränkt durchführbar.

Gleichartig wirkt sich der Einfluß von Schwankungen des Laststromes auf die Welligkeit aus, denn bei hohen Lastströmen reicht die im Kondensator gespeicherte Energie nicht aus, um die Lücken zwischen den Wellenbergen auszufüllen. Zwischen Ladekapazität und Laststrom besteht also eine Abhängigkeit, die sich einfach an zwei Extremfällen verdeutlichen läßt:

Niedrige Kapazität und großer Laststrom = hohe Welligkeit; hohe Kapazität und (konstanter) niedriger Laststrom = kaum Welligkeit.

(wird fortgesetzt)

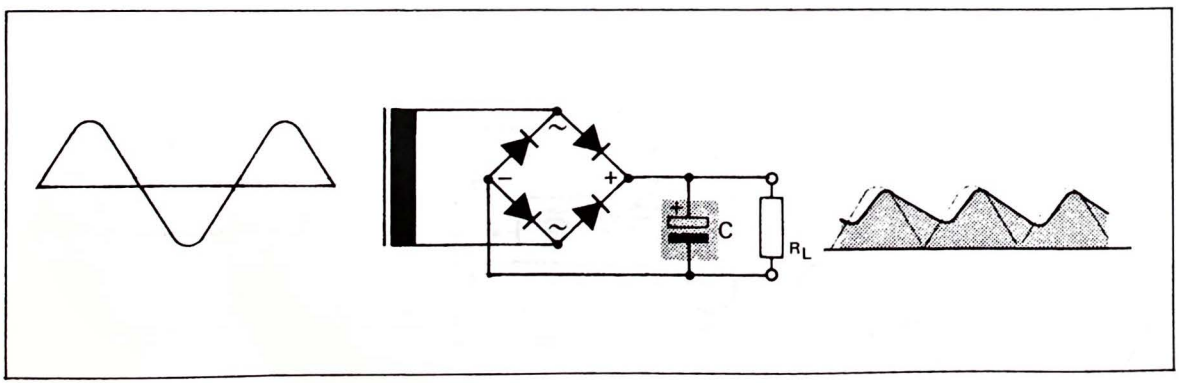
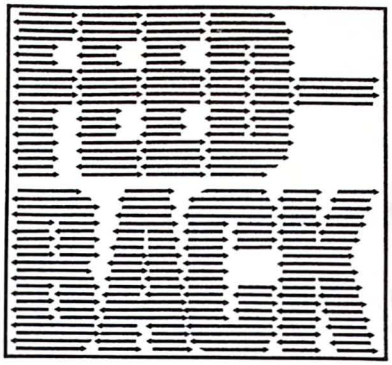


Bild 4. *Mit einem „dicken" Kondensator läßt sich die pulsierende Gleichspannung glätten (rasterunterlegte Kurve rechts). Wie tief bei jeder Halbwelle die Spannung einbricht, hängt vom Laststrom, vom Kapazitätswert des Kondensators und von der Auslegung des Transformators ab.*



Feedback (engl.) bedeutet Rückkopplung. Das ist der Oberbegriff für Mitkopplung (positive feedback) und Gegenkopplung (negative feedback).
Von Lesern kommen zahlreiche Hinweise und Fragen zu bereits veröffentlichten Beiträgen. Unter der Bezeichnung „Feedback" wird versucht, mit allen Unklarheiten, Fehlern oder Mängeln der Beschreibungen ins Reine zu kommen.

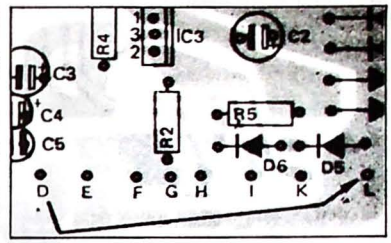
Goliath's Woche
Heft 3/79, Seite 20

Bild 6 des Beitrags, Seite 22, zeigt die Schaltung mit zwei Transistoren, die zur Unterdrückung des Kontaktprellens beim Setztaster dient. Ein kritischer Leser schickte die abgebildete Schaltung, die mit drei NOR-Gattern aus einem 7402 aufgebaut und tatsächlich weniger aufwendig ist als der transistorisierte monostabile Multivibrator.

Dem Leservorschlag haftet ein anderer Nachteil an, die Schaltung benötigt nämlich einen Taster mit Umschaltkontakt. Solche Taster sind teurer als die einfachen 1xEIN-Ausführungen und nicht so gängig zu bekommen.
Wie funktioniert diese Schaltung? Die beiden vorderen NORs bilden ein Flip-Flop, es kippt, wenn einer der Eingänge auf L (Masse) gelegt wird. Beim Betätigen des Tasters reagiert das untere NOR im FlipFlop auf den ersten Kontakt des bewegten Teils mit Masse, die weiteren, vorübergehenden Berührungen bewirken nichts mehr, auch nicht der endgültige Kontakt. Beim Loslassen bekommt der Eingang des oberen NOR Massekontakt, das FlipFlop kippt in seine Ruhelage (die es in der Schaltung, nicht von sich aus hat, denn beide Lagen sind stabil) zurück. Am Ausgang des FlipFlops entsteht somit ein vollständiger Impuls. Dieser kann das nachgeschaltete Gatter passieren, weil der Eingang „Ein" auf L liegt.
Alle 24 Stunden erscheint der Tagesimpuls für „Goliath's Woche" an „Ein", auch diese Impulse passieren das rechte NOR-Gatter, weil dessen oberer Eingang - bei Ruhestellung des Tasters - auf L liegt.

Superspannungsquelle
Heft 8/77, Seite 15

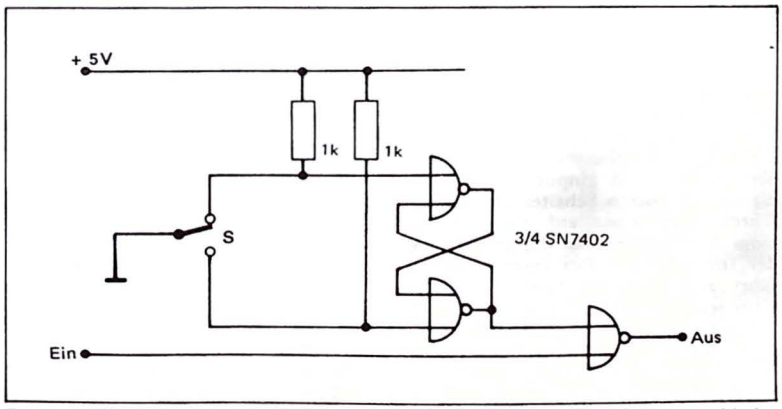
Mehrere Leser berichten, daß die Ausgangsspannung der SSQ nach dem Ausschalten zunächst kurzzeitig über den eingestellten Wert hinaus ansteigt, bevor sie anschließend langsam absinkt. Die Ursache dieser unerwünschten Erscheinung sind Potentialverschiebungen infolge unterschiedlicher Zeitkonstanten bei der Entladung der Kondensatoren C1 und C2. Wenn sich Kondensator C2 (im negativen Spannungszweig) schneller entlädt als C1 (im positiven Zweig), dann verschiebt sich das negative Fußpunktpotential der Reglerschaltung gegen Null Volt (Massepotential). Das bedeutet: Der Bezugspunkt der Reglerschaltung verschiebt sich in positiver Richtung, die Ausgangsspannung steigt an. Dieser Vorgang kehrt sich nach kurzer Zeit um, und zwar dann, wenn auch die Spannung an C1 abzusinken beginnt.
Eine Abhilfe ist leicht zu bewirken; dazu ist nur die vom Einstellpoti P2 an Pin D führende Verbindung umzustekken auf Pin L (ganz rechts auf dem Print). Dann liegt das Fußpunktpotential des Spannungsreglers (IC2) fest auf Null Volt.
Die Konsequenz dürfte klar sein: Der Einstellbereich der Ausgangsspannung beginnt dann bei 1,25 V. Eine andere, einfache Lösung des Problems bietet sich nicht an, auch der Hersteller des ICs konnte da nicht weiterhelfen. Sicher gibt es Lösungen, die jedoch vom Aufwand her nicht vertretbar erscheinen.



Die vom Poti kommende Verbindung wird bei D gelöst, sie kommt an L.

Da, drin, doch kaum zu finden

Computer machen nie, was sie wollen, aber manchmal eben nicht, was sie sollen. Die Hannover-Messe ist mit zahlreichen Info-Computern ausgestattet, denen man mit Hilfe eines freundlichen Operators Löcher ins Silizium fragen kann. P.E. stellte aus, aber das System schwieg beharrlich, wenn man es nicht nach Fachzeitschriften-Ausstellern befragte. Dann aber kam fast alles, nämlich „M + P Zeitschriften Verlag", Adresse, Halle und Stand-Nr., nur eben nicht „Populäre Elektronik", denn dieser Begriff (ist doch einer, oder?) war nicht eingespeichert. Soweit logisch.
Aber auch diejenigen P.E.-Leser-Besucher, die „M + P" bereits bei sich abgespeichert hatten und danach fragten, bekamen einen negativen Bescheid, weil die Operatoren begreiflicherweise „M+P" tippten, und das ist nach der Computerlogik etwas ganz Anderes.
Aber bei der Abfrage „Aussteller M" mußte es doch klappen. - Denkste. Dank der Leertaste hinter dem M hat das erste Wort nur 1 Zeichen, ein ordentliches Wort hat aber deren mindestens 2.
Manchmal wünscht man sich, die Dinger wären nicht so verdammt logisch.



Entprellschaltung mit NOR-Gattern. Zwei Gatter bilden ein FlipFlop, das bei jeder Betätigung des Tasters zweimal kippt, also einen vollständigen Impuls erzeugt. Über das dritte NOR werden Setz- und 24 h-Signal auf einer Leitung zusammengefaßt.

Denken in High und Low

Folge 8: NOR-Gatter 7402 (Teil 2)

Experimente mit dem TTL-Trainer

Nachdem in der letzten Folge zunächst die verschiedenen Gatter-Typen anhand von „Beispielen aus dem Alltag" anschaulich dargestellt wurden und das Vierfach-NOR-Gatter 7402 in einem ersten Experiment auf den „Center Court" des TTL-Trainers, das Experimentierfeld gebracht wurde, folgen nun weitere Untersuchungen zur NICHT–ODER–Funktion.

Experiment 2
NOR-Gatter mit drei Eingängen

Wie im täglichen Leben, so sind auch in Logikschaltungen häufig mehr als zwei Bedingungen zu erfüllen, damit sich ein bestimmtes Ereignis einstellt. Die Reihe der TTL-Gatterschaltungen bietet hier eine reichhaltige Auswahl, jedoch wird man mit der Verknüpfung von Gatterfunktionen wesentlich gründlicher vertraut, wenn man versucht, Gatter mit mehreren Eingängen aus solchen mit nur zwei Eingängen zusammenzustellen. Das TTL-IC 7402 enthält vier NOR-Gatter; wie das zweite Experiment zeigt, ist es recht einfach, aus den vorhandenen elementären Gattern ein NOR mit drei Eingängen zu realisieren.

Eines der vier NOR-Gatter dient hier als Inverter. Liegen nämlich die beiden Eingänge parallel, so sind naturgemäß beide Eingänge H oder beide L. Die in der letzten Ausgabe abgedruckte Wahrheitstabelle IV zeigt für die betreffenden Zeilen, daß der Ausgang des NOR-Gatters in beiden Fällen invers zum gemeinsamen Eingangszustand ist.

Dreifach-NOR-Gatter

Eingangszustände			Ausgang
C	B	A	N
L	*L*	*L*	*H*
L	*L*	*H*	*L*
L	*H*	*L*	*L*
L	*H*	*H*	*L*
H	*L*	*L*	*L*
H	*L*	*H*	*L*
H	*H*	*L*	*L*
H	*H*	*H*	*L*

Tabelle V. *Wahrheitstabelle 3fach-NOR.*

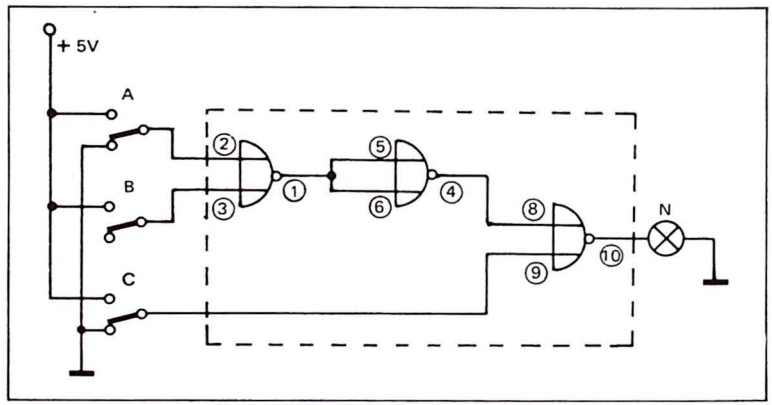


Bild 8. *Eine Schaltung, die sich bei näherer Betrachtung als 3fach-NOR-Gatter erweist. Die LED N zeigt den Ausgangszustand des Gatters an.*

Bild 8 zeigt die für das zweite Experiment aufzubauende Schaltung, es werden drei der vier im IC vorhandenen NOR-Gatter benutzt. Zur Herstellung der Eingangszustände dienen jetzt drei Schalter im Feld „Input Conditions", die beiden oberen Schalter-„Ausgänge" führen unmittelbar auf die Eingänge eines NOR-Gatters, an dessen Ausgang der Inverter liegt. Der Inverterausgang führt zu einem der beiden Eingänge eines weiteren NOR, der zweite Eingang dieses Gatters ist mit dem dritten Schalter verbunden, während am Ausgang ein Anzeigeelement für H bzw. L liegt.

Der in Bild 8 im gestrichelt gezeichneten Feld enthaltene Teil des Schaltungsaufbaus beherbergt das 3fach-NOR-Gatter. Die übliche Darstellung eines solchen Gatters zeigt Bild 9, diese Schaltung ist das vereinfachte „Ersatzschaltbild" des Versuchsaufbaus von Bild 8.

Bild 10 zeigt, welche Verbindungen auf dem TTL-Trainer herzustellen sind:

A - 2; B - 3; C - 11; N - 12; 1 - 5; 4 - 10;
5 - 6; +5 V - 16; ⊥ - 7

Wie sich ein 3fach-NOR-Gatter logisch zu verhalten hat, zeigt die Wahrheitstabelle V. In den linken drei Spalten finden sich die mit den mechanischen Schaltern erzeugten Eingangszustände. Insgesamt gibt es 8 Kombinationen, somit hat die Tabelle 8 Zeilen, nämlich 2 (H, L) hoch 3 (A, B, C). Wer nicht glaubt, daß es 8 sind, soll es beweisen und seine revolutionäre Entdeckung mitteilen. In der rechten Spalte sind unter N die sich in Abhängigkeit von den

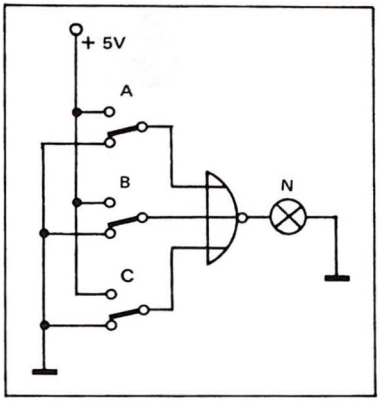


Bild 9. *Was Bild 8 im gestrichelten Rahmen zeigt, ist ein 3fach-NOR-Gatter. Die übliche Darstellung dieser Schaltung ist hier angegeben.*

Eingangszuständen einstellenden Zustände des Ausgangs angegeben. Man erkennt, daß der Ausgang nur dann H ist, wenn alle Eingänge L sind, oder anders ausgedrückt, wenn keiner der Eingänge H ist. Auch die Umgangssprache enthält eine passende Ausdrucksmöglichkeit: Wenn weder A, noch B, noch C (H ist), dann (H am Ausgang). Bei der ODER-Funktion und bei der UND-Funktion ist längst klar, daß die Umgangssprache treffende Ausdrucksmöglichkeiten für den logischen Zusammenhang aufweist, inzwischen sind weitere bekannt: Entweder - oder für die Exklusiv-ODER-Funktion sowie Weder - noch für die NOR-Funktion.

Das Interessanteste an diesem Experiment, aber auch der Zweck der Übung ist die Verfolgung der L- und H-Zustände an den Schaltungspunkten des „lose" aufgebauten 3fach-NOR-Gatters in Bild 8. Die erste Zeile der Tabelle V gilt für die Schalterstellungen: alle Eingänge L. Die Eingangspins 2 und 3 des ersten NOR-Gatters liegen auf L, somit zeigt dieses Gatter am Ausgangspin 1 ein H; der nachgeschaltete Inverter macht daraus ein L an seinem Pin 4, so daß bei diesen Eingangsbedingungen Eingang 8 des letzten Gatters auf L liegt. Der untere Eingang 9 dieses Gatters liegt ebenfalls auf L (Schalter C auf L), so daß am Gatterausgang 10 ein H erscheint, wie es die Tabelle fordert; die LED N leuchtet auf.

Die Zeile 2 der Tabelle wird zunächst überschlagen. In den übrigen Zeilen 3...8 ist mindestens einer der beiden Eingänge 2 und 3 des oberen NOR-Gatters auf H, somit tritt in allen diesen Fällen an Pin 1 ein L auf, aus dem der Inverter konsequent jedesmal ein H macht. Ein H an einem NOR-Eingang (hier: Pin 8) bedeutet aber grundsätzlich L am Ausgang, somit ist es in den Zeilen 3...8 nicht von Bedeutung, wie der Schalter C steht; der Ausgang, Pin 10, ist immer L.

In Zeile 2, die noch nicht betrachtet wurde, liegt der Fall vor, daß A und B beide ein L auf die Eingänge des oberen NOR-Gatters legen, somit ist der Gatterausgang Pin 1 jetzt auf H. Der Inverter macht daraus ein L an Eingang 8 des letzten NOR-Gatters. Das könnte ein H am Ausgang 10 geben, wenn...; aber Schalter C steht in Zeile 2 auf H, somit ist die NOR-Bedingung „Weder - noch" nicht erfüllt, der Gesamt-Ausgang Pin 10 ist auch in Zeile 2 auf L.

Zusammengefaßt: Nur in Zeile 1 sind alle drei Eingänge L, somit kann auch nur in diesem Fall der Schaltungsausgang H werden, wie es die Weder - noch-Funktion verlangt.

Nach dem beschriebenen Verfahren könnte man NOR-Gatter mit beliebig vielen Eingängen aufbauen, dazu wären aber zahlreiche Einzel-NORs erforderlich, außerdem würde die Sache schnell langweilig. Deshalb jetzt etwas anderes:

Experiment 3
Ein NAND-Gatter aus NOR's

Im vorigen Experiment entstand aus NOR-Gattern mit zwei Eingängen etwas Neuartiges, aber es war noch immer ein NOR-Gatter. Experiment 3 soll zeigen, daß durch geeignete Kombination von Gattern auch die logische Funktion verändert werden kann. Alle diese Experimente belegen aber die Tatsache, daß man mit einem NOR mehr anfangen kann als mit einem OR und mit einem NAND mehr als mit einem AND, weil NOR und NAND, wie das vorgesetzte N in diesen Bezeichnungen bereits zum Ausdruck bringt, unter anderem Inverter sind. Um sie als Inverter einsetzen zu können, braucht man nur ihre Eingänge miteinander zu verbinden.

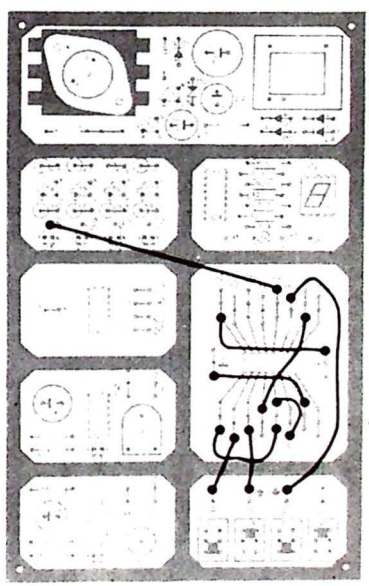
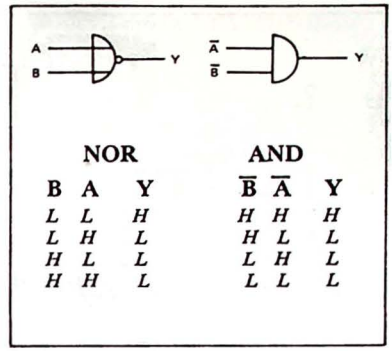


Bild 10. *Beim zweiten Experiment sind einschließlich der beiden Speisespannungszuführungen neun Verbindungen erforderlich. Mit den drei Schaltern lassen sich die Eingangszustände L und H einstellen. Vom Ausgang des letzten NOR-Gatters führt ein Kabel zur LED N, die den logischen Zustand anzeigt.*



NOR			AND		
B	A	Y	$\overline{B}$	$\overline{A}$	Y
L	L	H	H	H	H
L	H	L	H	L	L
H	L	L	L	H	L
H	H	L	L	L	L

Bild 11. *Aus dem NOR-Gatter wird ein AND, wenn man die Logik-Zustände der Eingänge invertiert.*

Ein weiteres Beispiel dafür, wie Inverter zusammen mit anderen Gattern die logische Funktion verändern können, zeigt Experiment 3; aus drei NOR-Gattern, von denen zwei als Inverter dienen, entsteht hier ein AND, die „gewöhnliche" UND-Funktion.

Bild 11 stellt zunächst die Wahrheitstabellen eines (2fach-) NOR-Gatters und eines AND-Gatters einander gegenüber. Allerdings wurde bei der Tabelle für das AND nicht die übliche Reihenfolge der Zeilen eingehalten, vielmehr sind die A- und die B-Spalte der NOR-Tabelle invertiert worden, so entsteht z.B. in der ersten Zeile aus L-L (links) das H-H (rechts). Um die Invertierung anzudeuten, sind die beiden Eingangsspalten der rechten Tabelle nicht mit A, B, sondern mit $\overline{A}$, $\overline{B}$ bezeichnet.

Die Reihenfolge der Zeilen einer Wahrheitstabelle ändert nichts am Wahrheitsgehalt, somit ist rechts tatsächlich die Wahrheitstabelle des AND-Gatters gegeben, denn nur, wenn beide Eingänge H sind, ist der Ausgang H.

Vergleicht man die Ausgangszustände (die beiden Y-Spalten) der beiden Gatter, so ist in allen vier Zeilen Übereinstimmung festzustellen. Würde man die Zeilen der rechten Tabelle in der üblichen Weise anordnen, so wäre der Zusammenhang, um den es hier geht, kaum zu erkennen. So aber zeigt sich deutlich, daß aus einem NOR-Gatter durch Invertieren der Eingänge das AND-Gatter entsteht.

Diese Behauptung muß in der Praxis nachprüfbar sein. Man setzt jedem der beiden Eingänge eines NOR-Gatters einen Inverter „vor die Nase" und guckt, was herauskommt.

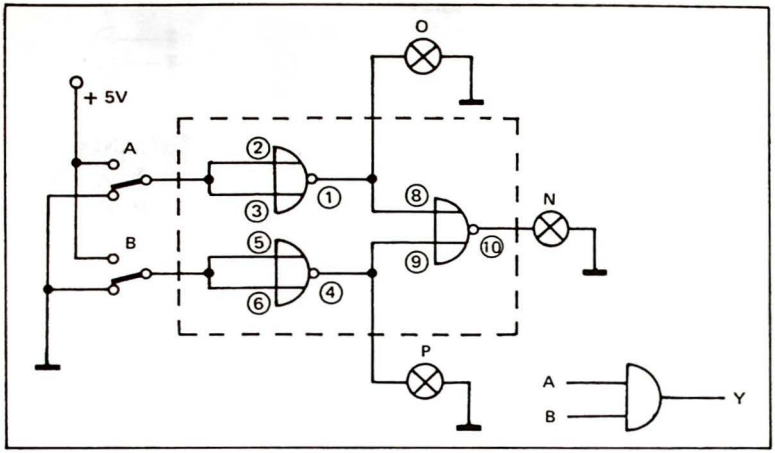


Bild 12. *Ein AND-Gatter, aus NOR-Einheiten aufgebaut. Nicht nur der Ausgangszustand, sondern auch interne logische Signale werden mit LEDs angezeigt. Rechts unten im Bild das Ersatzschaltbild für die resultierende Gatterfunktion.*

Bild 12 zeigt die Schaltung, die für dieses Experiment gesteckt wird. Die Verbindungen lauten:

A - 2; B - 5; N - 12; O - 1; P - 4; 2 - 3;
4 - 11; 5 - 6; 10 - 1; +5 V - 16; ⊥ - 7

In Bild 13 ist, wie üblich, der Steckplan angegeben.

An jedem der beiden Schalter liegt ein Inverter, der wie im vorigen Experiment aus einem NOR-Gatter durch Zusammenschaltung der Eingänge entsteht. An den beiden Eingängen des letzten Gatters, das ein „echtes" NOR ist, werden die in der linken Tabelle von Bild 11 angeschriebenen Eingangszustände wirksam, während man mit den Schaltern die in der rechten Tabelle angegebenen Eingangszustände der Reihe nach einstellt. Die LEDs O und P zeigen an, ob das Invertieren funktioniert.

Experiment 4
Kleine Erweiterung zum NAND

Das Experiment 3 benutzt nur drei der vier im 7402 enthaltenen NOR-Gatter. Benutzt man das vierte als Inverter und schaltet es an den Ausgang der im vorigen Experiment aufgebauten Schaltung, so entsteht die in Bild 14 angegebene Schaltung, bei der die vierte, noch freie Einzel-LED (Q) des TTL-Trainers den logischen Zustand am Eingang des hinzugefügten Inverters anzeigt.

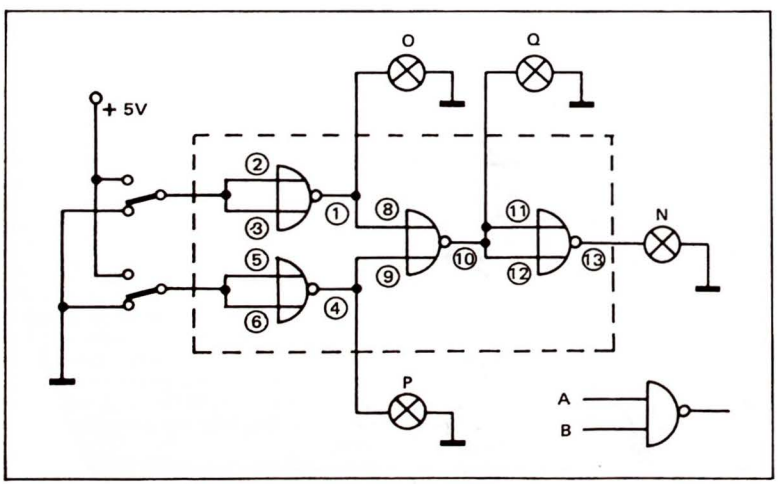


Bild 14. *Auch ein NAND-Gatter läßt sich aus NORs zusammensetzen. Wichtig ist hier, wie bereits in Experiment 3, daß sich NOR-Gatter als Inverter schalten lassen, indem man die beiden Eingänge miteinander verbindet. Im Bild rechts unten das Symbol des NAND, das dem Inhalt des gestrichelten Rahmens entspricht.*

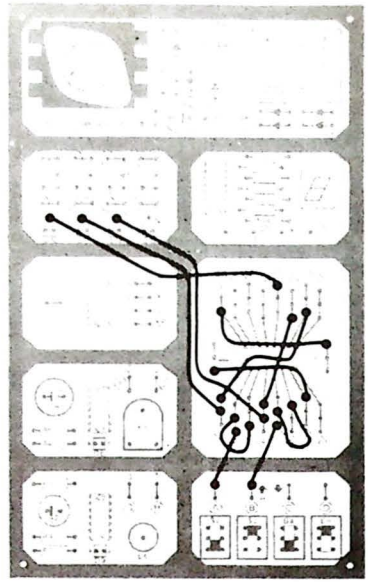


Bild 13. *Die Verbindungen für Experiment 3. Zwei Schiebeschalter sind zu verdrahten, denn es soll ein AND mit zwei Eingängen aufgebaut werden. Von den drei angeschlossenen LEDs zeigt eine den Ausgangszustand des AND, die anderen AND-„interne" Zustände.*

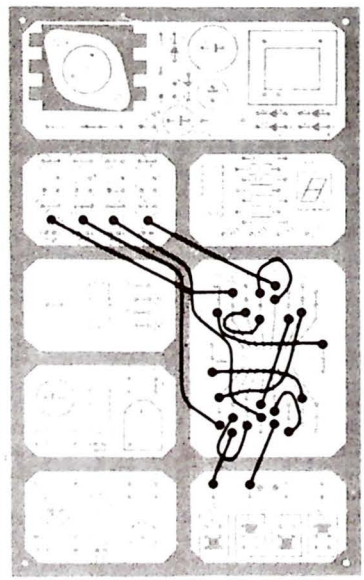


Bild 15. *Mit einem zusätzlichen Inverter am Ausgang entsteht aus dem AND ein NAND. Logischerweise sind die Anzeigen der LEDs Q und N invers zueinander, wie das Experiment auch beweist. In der Praxis werden häufig freie Gatter in verschiedenen, nicht voll genutzen ICs zu neuen Funktionen zusammengefaßt.*

Für das Experiment wird zunächst die Verbindung N - 12 aus dem letzten Experiment gelöst, dann kommen folgende Verbindungen hinzu:

N - 15; Q - 12; 12 - 13; 13 - 14

Bild 15 zeigt den Verdrahtungsplan für dieses Experiment. Spielt man alle vier Kombinationen der Schalterstellungen durch und ordnet die Eingangs- und Ausgangszustände einander zu, so ergibt sich die Wahrheitstabelle des NAND-Gatters, die in der letzten Ausgabe angegeben wurde. Wer sich der Mühe des Nachsehens nicht unterziehen will, erfährt in diesem Experiment, was „NICHT - UND" (NAND) bedeutet.

Experiment 5
Einfache Stop-Schaltung für einen Zähler

Man stelle sich einen Count Down für einen Raketenstart vor. Der Zähler läuft, aber an hunderten Meßstellen werden physikalische Größen wie Drücke und Temperaturen überwacht, die bestimmte maximale Werte nicht überschreiten dürfen. Tritt eine solche Überschreitung auf, so muß der Count Down unterbrochen werden; erst wenn die Störung behoben ist, geht er weiter.
Auf dem TTL-Trainer, mit einem 7402 in der Experimentierfassung, läßt sich diese Situation zwar nicht stilecht, aber sinngemäß simulieren. Rückwärtszählen ist ohne zusätzliche Ausstattung des Gerätes nicht möglich, deshalb wird der Einfachheit halber vorwärts gezählt. Und statt automatischer Meßwertüberwachung mit TTL-Ausgang bietet der TTL-Trainer nur die Möglichkeit, Übertemperatur oder Überdruck mit einem primitiven Schiebeschalter zu simulieren, der im Störfall ein H-Signal auf ein Gatter legt und den Count Up unterbricht.
Dergestalt eingeschränkt, kann man mit der Schaltung in Bild 16 Raketenstart spielen.

Drei Gatter aus dem 7402 sind wieder zu einem AND zusammengeschaltet. Der obere Eingang dieses AND liegt am Ausgang eines Impulsgenerators, der untere am Ausgang des NOR-Gatters links unten. Die beiden Eingänge des NOR-Gatters sind mit zwei Schiebeschaltern verbunden. Stehen beide Schalter auf L (Masse), so ist der Ausgang des NOR, das ist der eine Eingang des AND, auf H. Wenn nun der obere Eingang des AND, der mit dem Ausgang des Impulsgenerators verbunden ist, ebenfalls H ist, so gibt der AND-Ausgang ein H auf die nachfolgende Schaltung (Pin 13). Der Impulsgenerator schaltet stetig zwischen H und L um. Somit schaltet der AND-Ausgang ebenfalls stetig zwischen H und L um, denn bei H vom Impulsgenerator ist die AND-Bedingung erfüllt, bei L dagegen nicht.
An Pin 13, dem Ausgang des aus NORs aufgebauten AND, liegt der Eingang des BCD-Encoders, dies ist ein bestimmtes Feld auf dem TTL-Trainer, das einen integrierten Zähler vom Typ 7490 enthält. Bei jedem Eingangsimpuls springt der Zählerinhalt um 1 weiter. Das nachgeschaltete Display befindet sich mit seinem BCD/Siebensegment-Dekoder in einem weiteren Feld des Gerätes, es zeigt den Zählerinhalt lesbar an.
Simuliert man etwa mit Schalter A „Überdruck" oder mit Schalter B „Übertemperatur", indem man einen oder beide Schalter auf H stellt, so geht der Ausgang des NOR-Gatters (Pin 1) auf L. Damit entfällt die AND-Bedingung am unteren Eingang des AND-Gatters (Pins 5, 6), so daß der AND-Ausgang auf L liegt, unabhängig vom momentanen Ausgangszustand des Impulsgenerators. Die Impulse gelangen nicht mehr auf den Zähler, der Count Up stoppt.
Beseitigt man die Störung(en), so setzt sich der Zählvorgang fort, und zwar mit der nächsten Zahl.
Zum Aufbau der Schaltung sind folgende Verbindungen erforderlich:

A - 2; B - 3; E - 10; J - R; K - S; L - T; M - U; I - 15; 1 - 6; 4 - 14; 5 - 6; 10 - 11; 12 - 13; +5 V - 16; ⊥ - 7

In Bild 17 ist der Steckplan für dieses Experiment angegeben.
Diesem Versuch fehlt es irgendwie an Dynamik; wenn man sich überzeugt hat, daß die Sache funktioniert, ist sie bereits nicht mehr attraktiv. Deshalb gleich zum

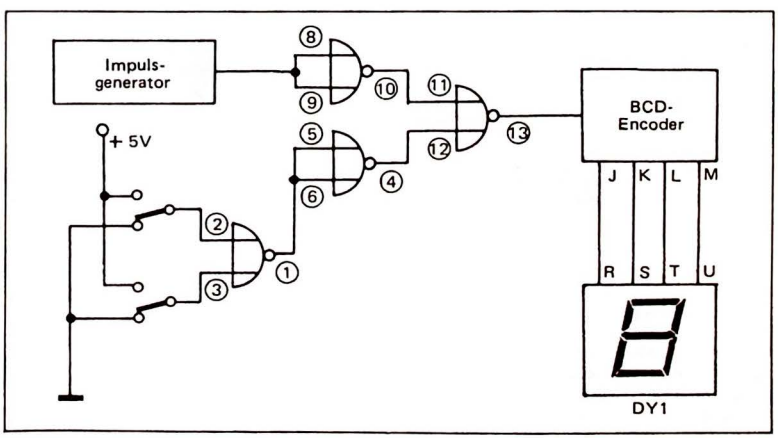


Bild 16. *Freigabe- oder Stoppschaltungen für Zähler kommen in der Digitalelektronik sehr häufig vor. Mit Logik-Gattern lassen sich die Start- bzw. Stoppbedingungen praktisch beliebig kombinieren. Hier läuft der Zähler, wenn beide Schiebeschalter auf L stehen.*

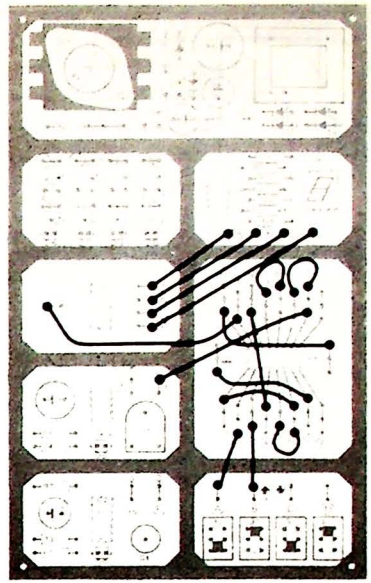


Bild 17. *Der Zähler im Feld „BCD-Encoder" zählt fortlaufend im Zyklus 0...9, stoppt jedoch im Störfall, wenn mit einem der Schalter eine Grenzwertüberschreitung simuliert wird; natürlich auch beim größten anzunehmendem Unfall (GaU), wenn beide Schiebeschalter auf H stehen.*

Experiment 6
Das NOR in einer Koinzidenzschaltung

Anläßlich der Experimente mit dem NAND-Gatter, Heft 3/78, tauchte der Begriff „Koinzidenz" auf. Die damals gegebene Begriffsbestimmung kann auch heute noch als gut gelten, deshalb zitieren wir hier aus eigenen Werken:
Koinzidenz bezeichnet das Zusammentreffen von Ereignissen. In der Digital-Elektronik hat dieser Begriff eine durchaus vergleichbare Bedeutung. Entstehen in einem digitalen System zwei oder mehr Impulse zum gleichen Zeitpunkt,

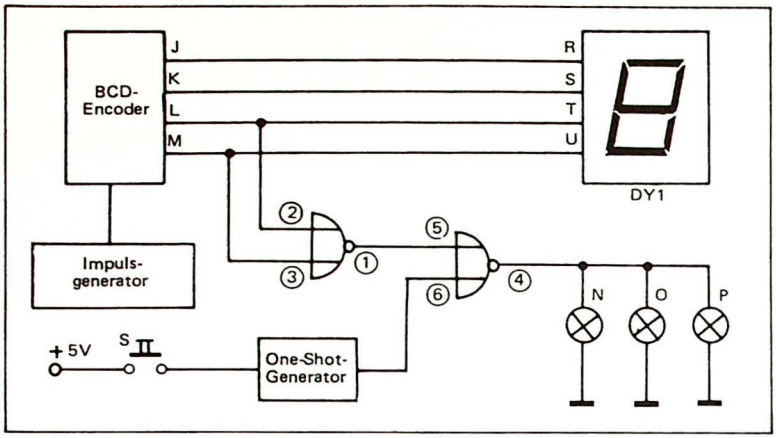


Bild 18. *Eine einfache Schaltung, mit der gleichzeitige Ereignisse festgestellt werden können. Die drei LEDs sind „nur so" parallel geschaltet.*

dann sind diese Impulse „koinzident". Gatterschaltungen ... eignen sich vorzüglich zum Aufspüren nützlicher, also informativer Koinzidenzen in elektronischen Schaltungen, denn Gatter haben die Eigenschaft, daß sie nur reagieren, wenn bestimmte Kombinationen von Spannungen bzw. logischen Zuständen an den Eingängen vorliegen.

Soweit diese Definition. Da es ausdrücklich um Ereignisse geht, und nicht, wie im letzten Experiment, um Signale, die nur im Störfall auftreten, steckt in einer Koinzidenzschaltung eine Dynamik, die von der häufigen oder gar regelmäßigen Änderung der erfaßten logischen Zustände herrührt.

Bild 18 zeigt eine Koinzidenzschaltung mit NOR-Gattern, die sich auf dem TTL-Trainer stecken läßt. Der Impulsgenerator arbeitet unmittelbar, d.h. ohne Start/Stop-Vorrichtung, auf den BCD-Encoder (Zähler). Der Zählerinhalt wird wie im Experiment 5 mit dem Display angezeigt.

An den vier Ausgängen des Encoders werden fortwährend die 10 Zustandskombinationen des BCD-Codes für die Dezimalzzahlen 0...9 durchlaufen. Wie sich die Ausgangszustände bei jedem Impuls aus dem Generator ändern und welcher Dezimalzahl die Ausgangszustände entsprechen, zeigt Tabelle VI, sie

BCD-Codierung				Dezimal-zahl
M	L	K	J	
L	*L*	*L*	*L*	*0*
L	*L*	*L*	*H*	*1*
L	*L*	*H*	*L*	*2*
L	*L*	*H*	*H*	*3*
L	*H*	*L*	*L*	*4*
L	*H*	*L*	*H*	*5*
L	*H*	*H*	*L*	*6*
L	*H*	*H*	*H*	*7*
H	*L*	*L*	*L*	*8*
H	*L*	*L*	*H*	*9*

Tabelle VI. *Die 10 Ziffern im BCD-Code.*

gibt den BCD-Code an (binär codierte Dezimalzahlen).

In Bild 18 liegen die Eingänge eines NOR-Gatters an den Ausgängen M und L des Encoders. Wie Tabelle VI zeigt, sind diese Ausgänge bei den Zählerinhalten 0...3 beide L, dies ist die Bedingung für H am Ausgang des NOR-Gatters. Bei allen anderen Zählerinhalten ist mindestens einer der NOR-Eingänge H, so daß der NOR-Ausgang auf L liegt. Das NOR-Gatter ist somit ein (spezieller) Dekoder für den Zählerinhalt.

Der Ausgang (Pin 1) dieses Gatters liegt am Eingang eines zweiten NORs, dessen zweiter Eingang mit dem „One Shot Generator" (Einzelimpuls-Geber) verbunden ist, allerdings muß es der $\overline{Q}$-Ausgang des One Shot sein.

Betätigt man den Taster S6, so wird der untere Eingang des zweiten NOR kurzzeitig auf L gelegt. Ist zu diesem Zeitpunkt auch der obere Eingang ebenfalls L (Zählerinhalt 4...9), so reagiert der Ausgang (Pin 4), er geht auf H und die drei parallelgeschalteten (Erleuchtung bringenden) LEDs zeigen das H an. Die Schaltung stellt somit Koinzidenz zwischen zwei Ereignissen fest, nämlich zwischen einem bestimmten Zustand des Zählers und dem Betätigen des Tasters.

Wer das Experiment durchführt und dazu die folgende Verdrahtung vornimmt:

E - I; J - R; K - S; L - T; M - U, L - 2;
M - 3; H - 6; N - 4; O - 4; P - 4; 1 - 5;
+5 V - 16; ⊥ - 7,

kann nicht nur feststellen, ob alle Behauptungen stimmen, sondern mit anderen ein kleines Glücksspiel veranstalten. Entfernt man nämlich das Display aus der Fassung oder deckt es ab, so weiß man den gerade vorhandenen Zählerinhalt nicht. Man kann nur raten, ob er im Bereich 0...3 oder 4...9 liegt, indem man den Taster drückt. Hat man zum richtigen Zeitpunkt gedrückt, dann leuchtet die Lichterkette auf. Die Impulsdauer des One Shot Generators wird mit dem Poti auf den größtmöglichen Wert eingestellt.

Experiment 7
Das NOR in Dekoderschaltungen

Dekoder dienen dazu, Informationen, die in verschlüsselter (codierter) Form vorliegen, in eine andere, ebenfalls codierte Form zu bringen. Wem diese Definition nicht gefällt, weil etwa ein BCD-Dezimaldekoder der Information eine unmittelbar verständliche, lesbare Form gibt, der sollte nicht vergessen, daß auch Dezimalzahlen nur ein Code für gedachte Mengen von Einheiten sind. Die einzige Möglichkeit, eine Menge uncodiert darzustellen, besteht darin, die Menge selbst zu zeigen, also z.B. neun LEDs leuchten zu lassen, wenn die Zahl 9 angezeigt werden soll. Hier deutet sich aber an, daß sich unser Zahlensystem in der Praxis besser eignet als die tatsächlichen Mengen, obwohl dieses System ein Code ist.

Ein digitaler Dekoder hat eine Anzahl a Eingänge und eine Anzahl b Ausgänge. Die Zuordnung zwischen den zulässigen Kombinationen der Eingangszustände (L, H) und den daraus resultierenden Ausgangszuständen hat eindeutig zu sein. Warum aber werden so klare Dinge, wie es Dezimalzahlen sind, in TTL-Schaltungen so geheimnisvoll nach BCD codiert, wenn sie schließlich doch wieder dekodiert werden müssen? Wegen der Wirtschaftlichkeit. Bei dezimaler Informationsverarbeitung wäre für jede Ziffer 0...9 ein „bit" erforderlich, insgesamt also 10 bits.

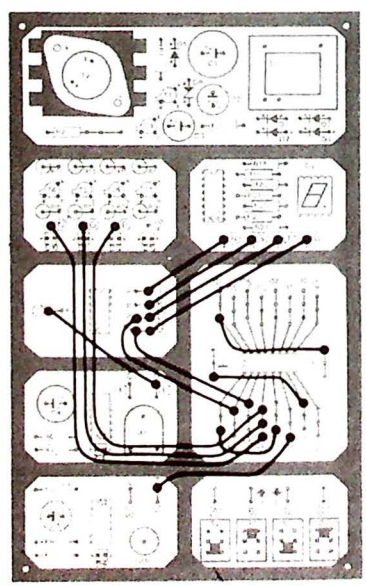


Bild 19. *Koinzidenzschaltung mit NORs.*

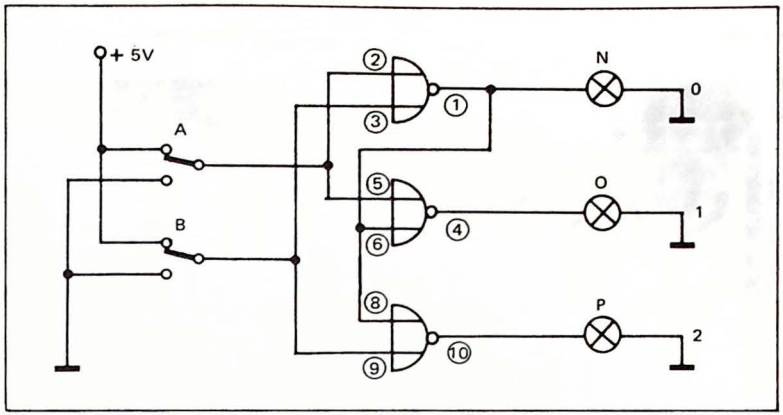


Bild 20. *Dekodieren bzw. Umkodieren können NOR-Gatter-Anordnungen ebenfalls.*

Bei binärer Dekodierung kann man jedoch bereits mit 4 bits 16 verschiedene Zustände, z.B. die Zahlen 0...15 eindeutig erfassen. Der BCD-Code ordnet die ersten 10 Kombinationen den Zahlen 0...9 zu (Tabelle VI). Rechenoperationen und andere Arten der Informationsverarbeitung gestalten sich so viel einfacher.

Codieren und Dekodieren kann mit Gattern geschehen. Bild 20 zeigt eine Dekoderschaltung. Mit den Schaltern A und B können vier verschiedene Kombinationen aus L- und H-Signalen eingestellt werden. Ersetzt man in Tabelle VI die Spalten J und K durch die Bezeichnungen A und B, so sind es die vier ersten Zeilen, die hier interessieren. Die beiden linken Spalten spielen keine Rolle, da nur zwei Eingänge (Schalter) für dieses Experiment benutzt werden. Eine weitere Einschränkung ergibt sich aus der Tatsache, daß das IC 7402 nur vier NOR-Gatter enthält, es lassen sich nur drei der vier Eingangszustände in der hier vorgesehenen Weise dekodieren. Das soll die Schaltung nämlich tun: Jeweils eine LED zum Leuchten bringen, und zwar bei L-L an den Eingängen eine mit „0" bezeichnete LED, bei L-H die LED „1" und bei H-L die LED „2", schön nach Tabelle VI. Bei der 2 ist aber Schluß, weil sonst mehr in die Elektronik investiert werden müßte. Die Schaltung ist also ein BCD/Dezimaldekoder für die Zahlen 0...2. Es sind folgende Verbindungen erforderlich:

A - 2; B - 3; N - 1; O - 4; P - 12; 1 - 5
1 - 10; 6 - 2; 11 - 3; +5 V - 16; ⊥ - 7

Danach sieht es auf dem Trainer etwa so aus, wie Bild 21 es zeigt.

Stehen die beiden Schalter auf L (Masse), so leuchtet LED N auf. Bei A = H, B = L muß LED O leuchten, bei vertauschten Schalterstellungen LED P. Somit gibt es eine eindeutige Zuordnung zwischen der im BCD-Code eingestellten Zahl und der jeweils leuchtenden LED. Stellt man beide Schalter auf H, so müßte die nicht vorhandene LED Nr. 4 aufleuchten; die Schaltung bietet diese Möglichkeit nicht, aber sie verhält sich insofern korrekt, als keine der LEDs 0...2 in dieser Situation aufleuchtet.

Stellt man sich die LEDs als Leitungen vor, so führt immer die Leitung Spannung, die die Nummer der im BCD-Code eingestellten Zahl trägt. Ein dezimal gesteuertes Display würde, nach entsprechender Aufbereitung der Steuerspannung, die Ziffer der aktivierten Leitung anzeigen.

In der Praxis kommen solche Dekoderschaltungen häufig vor. In speziellen Fällen, für die es keine integrierten Dekoder gibt, werden Dekoder tatsächlich, wie im Experiment gezeigt, aus geeigneten Gatterschaltungen zusammengestrickt.

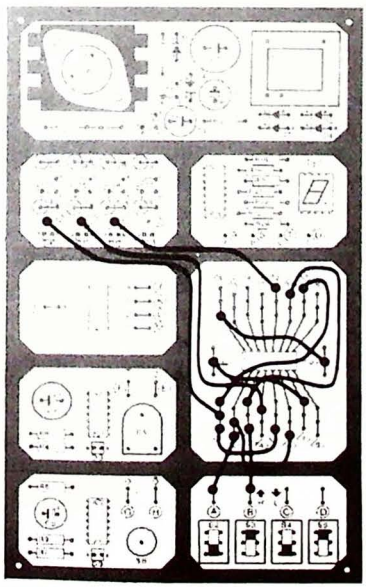
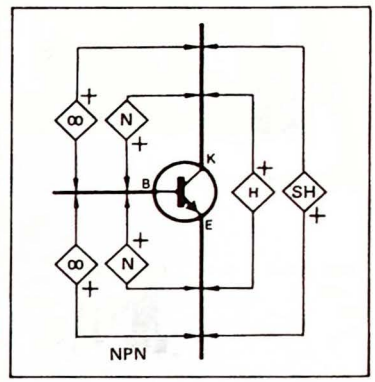


Bild 21. *Ein BCD/Dezimal-Dekoder 0...2.*

NPN oder PNP?

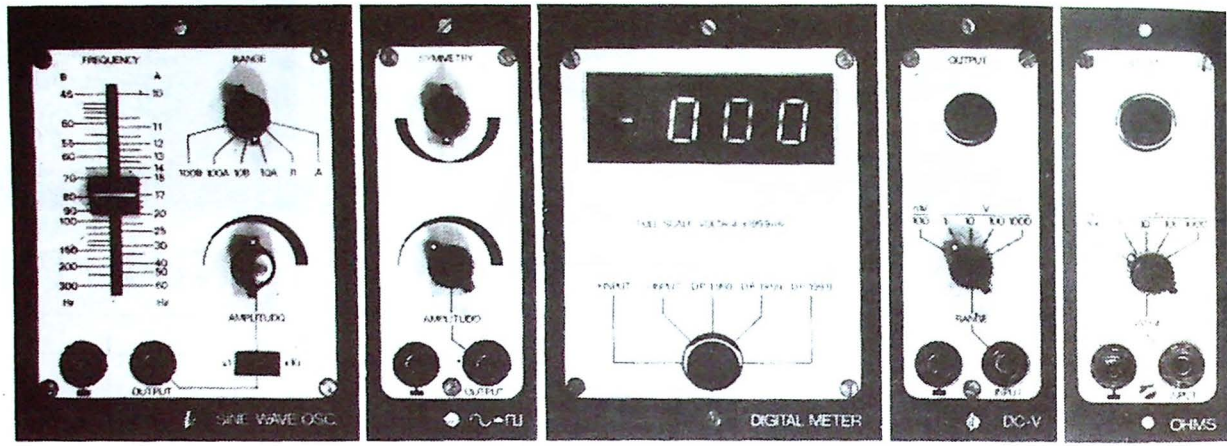


Zu den UGOs (Unbekannte Gammel-Objekte) zählen die Transistoren ohne Typenbezeichnungen, bewährte Nichtstuer in der Bastelkiste. Mit einem Vielfachinstrument kann man feststellen, ob ein dreibeiniges UGO ein Transistor ist und falls ja, ob es ein NPN- oder ein PNP-Typ ist.

Zunächst mißt man ganz grob die drei Widerstände zwischen allen Anschlüssen. Dann wiederholt man die Messungen mit vertauschten Meßklemmen.

Im Bild sind vier verschiedene, grobe Meßwerte angegeben: unendlich, N = niedrig, H = hoch, SH = sehr hoch. N tritt nur an einem Anschluß auf, dies ist immer die Basis. Liegt in den beiden Fällen Plus (der eingebauten Batterie, nicht die Plusklemme) an der Basis, wie im Bild gezeichnet, dann ist es ein NPN, andernfalls ein PNP.

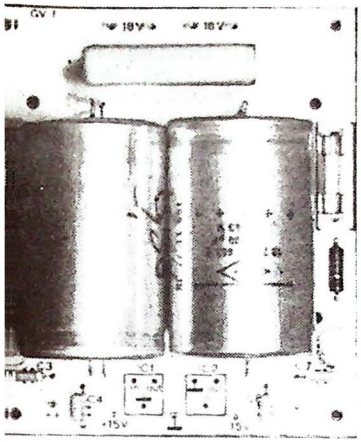
Zur Unterscheidung zwischen Kollektor und Emitter muß man einen Trick anwenden: den Transistor einige Sekunden mit dem Lötkolben erwärmen, dabei darf er ca. 80 Grad warm werden. Mißt man schnell in beiden Richtungen, so stellt man den Unterschied zwischen hoch (H) und sehr hoch (SH) deutlich fest. Die im Bild eingezeichneten Polaritäten kennzeichnen die Anschlüsse für einen NPN-Transistor, beim erwärmten PNP-Transistor tritt SH bei positivem Kollektor auf. Funktioniert der Test nicht, so handelt es sich nicht um einen funktionstüchtigen, bipolaren Transistor.

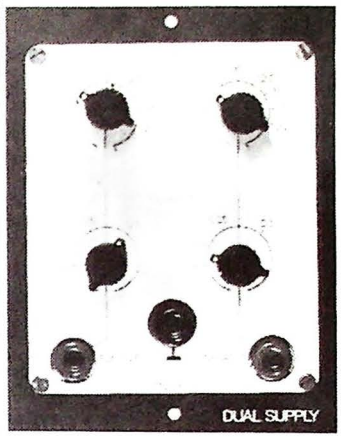


Netzgerät in Modultechnik

+20 V, -20 V, 2x1 A

Ein kompaktes Elektronik-Labor – das will der in dieser Serie beschriebene modulare Meßplatz sein – ist nicht vollständig, wenn keine einstellbaren, gut stabilisierten Spannungen „eingebaut" sind. Vor längerer Zeit hat P.E. bereits ein modernes Netzgerät, die Super-Spannungsquelle vorgestellt, jedoch stellt dieses Gerät nur eine Spannung zur Verfügung, während man heutzutage, da auch der Hobbyelektroniker regelmäßig mit Operationsverstärkern umgeht, fast immer zwei einstellbare Spannungen braucht.
Deshalb folgt hier als wesentliche Ergänzung der bisherigen Bausteine des Meßsystems das „modulare Netzgerät". Es steht nicht nur galvanisch mit der Stromversorgung der Meßmodule in Verbindung, sondern auch konzeptionell; deshalb erscheinen beide Einheiten in dieser Ausgabe (s. Seite 36). Das Gesamtkonzept sieht so aus: Jedes beliebige Netzteil oder -Gerät hat „vorne" Trafo, Gleichrichter und Ladekondensator, diese Bauelemente erzeugen eine unstabilisierte Spannung. In der Stromversorgungseinheit für die Module werden mit zwei Festspannungsreglern aus zwei „Rohspannungen" zwei hochstabilisierte Speisespannungen von +15 V und −15 V erzeugt. Das duale Netzgerät benutzt die unstabilisierten Spannungen, die bei +25 V und −25 Volt liegen, als Versorgungsspannungen, während die stabilisierten 15 V-Spannungen als Referenz dienen, die ja auch für stabilisierte Netzgeräte mit einstellbarer Ausgangsspannung erforderlich ist. Legt man bei dieser Gesamtkonzeption den Leistungsteil mit Netztrafo, Gleichrichter und Ladeelko entsprechend aus, so ist für das duale Netzgerät nur relativ wenig zusätzlicher Aufwand erforderlich.
Die beiden Ausgangsspannungen stehen an zwei Buchsen zur Verfügung, die Ausgänge haben eine dritte, die Massebuchse, als gemeinsamen Bezugspunkt. Von den vier Potis dienen zwei zur Einstellung der Spannung im Bereich + (−) Null...20 V, die beiden anderen zur Einstellung der Strombegrenzung, hierfür beträgt der Bereichsumfang 50 mA...1 A.





Meßmodule

Prinzip der Stabilisierung

Bei dem in Bild 1 gezeigten Prinzip handelt es sich um die gängigste Art der Stabilisierung, ein Transistor liegt als steuerbarer Widerstand im Laststromkreis.
Die Basis dieses Transistors T1 liegt am Ausgang eines Differenzverstärkers, der hier wie ein OpAmp ge- und als IC bezeichnet ist, der aber selbstverständlich auch aus diskreten Bauelementen bestehen kann.
Der negative, invertierende Eingang des Differenzverstärkers ist mit dem Schaltungsausgang verbunden, er fühlt dort, wie hoch die Spannung tatsächlich ist. Ist sie zu hoch, dann nimmt die Ausgangsspannung des Verstärkers ab, der Transistor erhält weniger Steuerstrom, so daß die Ausgangsspannung ebenfalls abnimmt. Es handelt sich somit um eine geschlossene Regelschleife.
Allerdings muß man dem Differenzverstärker sagen, wie hoch die Ausgangsspannung sein soll. Dies geschieht mit einer stabilen Referenzspannung, die am positiven, nichtinvertierenden Eingang des OpAmps liegt. Will man sich nicht, wie in Netzteilen, die immer denselben Verbraucher speisen, auf eine bestimmte Ausgangsspannung festlegen, sondern eine veränderliche Ausgangsspannung für Experimentierzwecke zur Verfügung haben, dann muß die Referenzspannung einstellbar sein. Dazu dient in Bild 1 das Poti, das mit seinen äußeren Anschlüssen an der Referenzspannung U_{ref} liegt. Obwohl jetzt die am nichtinvertierenden Eingang des Differenzverstärkers wirksame Referenzspannung einstellbar ist, muß U_{ref} trotzdem stabilisiert sein, denn alle Änderungen, insbesondere auch kurzzeitige und periodische (Brummen) Schwankungen der Referenzspannung machen sich am Ausgang voll bemerkbar.
Der Differenzverstärker sorgt selbsttätig dafür, daß die Differenzspannung zwischen seinen Eingängen so klein wie möglich ist. Die Spannung am oberen Eingang ist durch die Einstellung des Potis vorgegeben. Beträgt sie z.B. 5 V, so stellt der Verstärker seinen Ausgang auf ca. 5,7 V ein; an der Basis/Emitter-Strekke des Transistors fällt eine Spannung von ca. 0,7 V ab, so daß die Ausgangsspannung der Schaltung 5 V beträgt. Die Differenzspannung zwischen den Eingängen ist somit praktisch Null V, da der invertierende Eingang mit dem Schaltungsausgang verbunden ist.
Es gibt noch eine andere Differenzspannung, nämlich die zwischen Ein- und Ausgang der Schaltung. Diese Spannung tritt zwischen Kollektor und Emitter des Transistors auf. Der IC-Ausgang steuert den Transistor immer so weit in den Leitzustand, daß der Laststrom an der Kollektor/Emitterstrecke gerade den Spannungsabfall erzeugt, der nach Abzug von der Eingangsspannung die mit

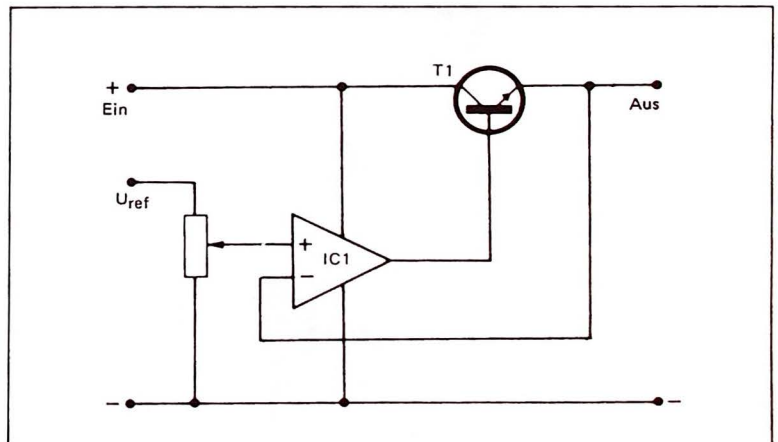


Bild 1. *Das allgemeine Prinzip eines stabilisierten Netzgerätes mit einstellbarer Ausgangsspannung zeigt einen Längsregeltransistor T1, der vom Ausgang eines Differenzverstärkers (IC1) gesteuert wird. Bei einer anderen Version, die aber demselben Prinzip gehorcht, ist nicht die Referenzspannung einstellbar, sondern die Spannung, die vom Ausgang des Netzgerätes auf den invertierenden Eingang rückgeführt wird.*

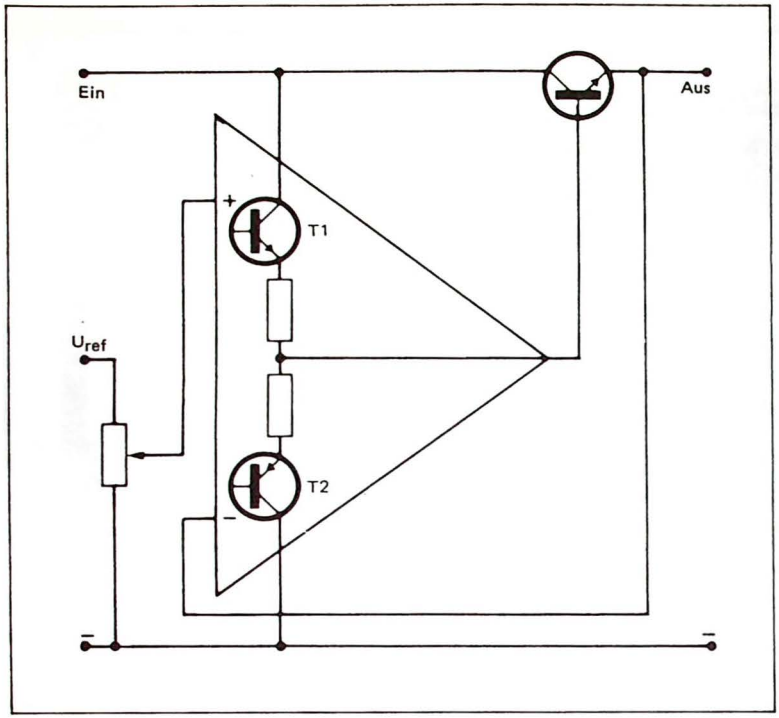
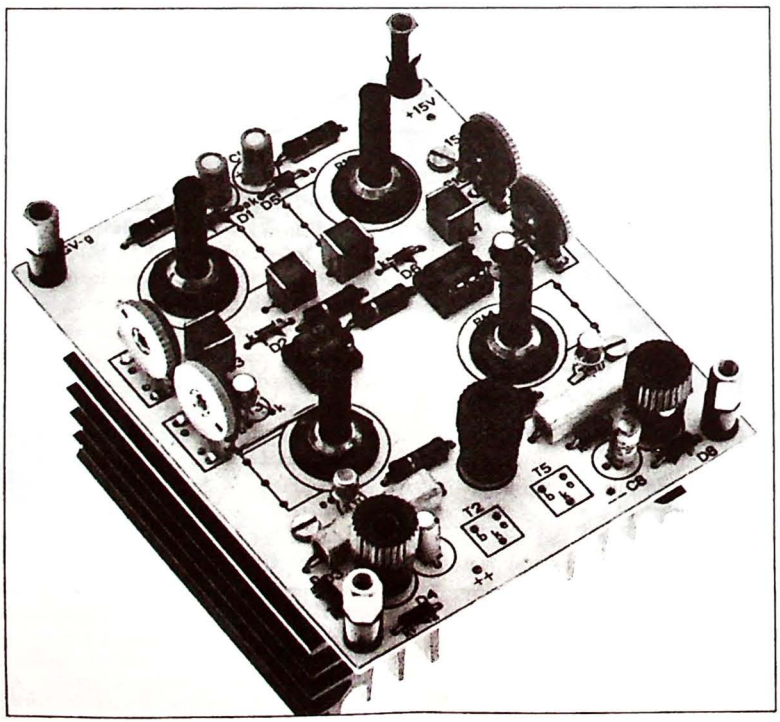


Bild 2. *Diese Darstellung soll verdeutlichen, warum die Ausgangsspannung ohne besondere Maßnahmen nicht bis herab zu Null Volt einstellbar ist. An der unteren Grenze ihres verwertbaren Arbeitsbereiches benötigen die Endtransistoren im Differenzverstärker eine Spannung von ca. 4 V; dieser Wert kann nicht unterschritten werden, ohne die Funktion der Schaltung entscheidend zu beeinträchtigen.*



der Einstellung des Potis vorgegebene Ausgangsspannung ergibt.
Ändert sich in dieser Schaltung der Laststrom, so entsteht „im Ansatz" an der Kollektor/Emitter-Strecke ein höherer oder niedrigerer Spannungsabfall, die Ausgangsspannung verändert sich. Der invertierende Eingang des Differenzverstärkers merkt das jedoch sofort, es entsteht somit zwischen den beiden Verstärkereingängen eine Differenzspannung, die je nach ihrer Polarität in Bezug auf die Referenzspannung zu einer Herauf- oder Herabsetzung der Verstärkerausgangsspannung führt. Der Transistor wird nun weniger oder mehr in den Leitzustand gesteuert, so daß sich - bis auf einen kleinen Regelfehler - die ursprüngliche Ausgangsspannung der Schaltung wieder einstellt.
Eine Differenzspannung zwischen den Verstärkereingängen entsteht auch dann, wenn man die Einstellung des Potis verändert. Der OpAmp reagiert mit einer Korrektur der Spannung am invertierenden Eingang, um die beiden Eingangsspannungen wieder anzugleichen; dabei stellt sich die Ausgangsspannung der Schaltung auf den neuen Referenzwert ein.
Mit diesem System ist es also möglich, eine einstellbare Spannungsquelle aufzubauen, die jedoch auf äußere Einflüsse wie wechselnde Lastbedingungen nicht mit einer Änderung der abgegebenen Spannung reagiert.

Was braucht man dazu?

Mit obiger Frage ist gemeint: Wie kommt man an die beiden Spannungen, die laut Bild 1 erforderlich sind, nämlich die stabilisierte Referenzspannung und die unstabilisierte Spannung $+U_{ein}$, die um ca. 5 V höher sein sollte als die höchste gewünschte Ausgangsspannung, damit der Regeltransistor ordentlich arbeiten kann. Eine unstabilisierte Spannung erzeugt ein übliches Netzteil mit Trafo, Gleichrichter und Ladeelko, das sind teure Bauelemente, aber das Netzteil zur Versorgung der Meßmodule, das an anderer Stelle in dieser Ausgabe beschrieben ist, enthält diese Bauelemente bereits. Wenn man Trafo und Gleichrichter dort so wählt, daß das Netzteil auch den Strom für das duale, einstellbare Netzgerät liefern kann, ist das Netzgerät schon halb bezahlt.
Nun die Referenzspannung. Sie soll eine Gleichspannung ohne irgendwelchen überlagerten „Mist", wie Brummspannungen und Netz-Störspitzen sein, ausserdem muß sie stabil sein, d.h. ihren Nennwert unter allen veränderlichen äußeren Bedingungen wie Netzspannungs- und Umgebungstemperaturschwankungen einhalten. Eine solche, ausreichend stabile Gleichspannung stellt ebenfalls die Modul-Stromversorgung zur Verfügung, sie enthält nämlich Fest-

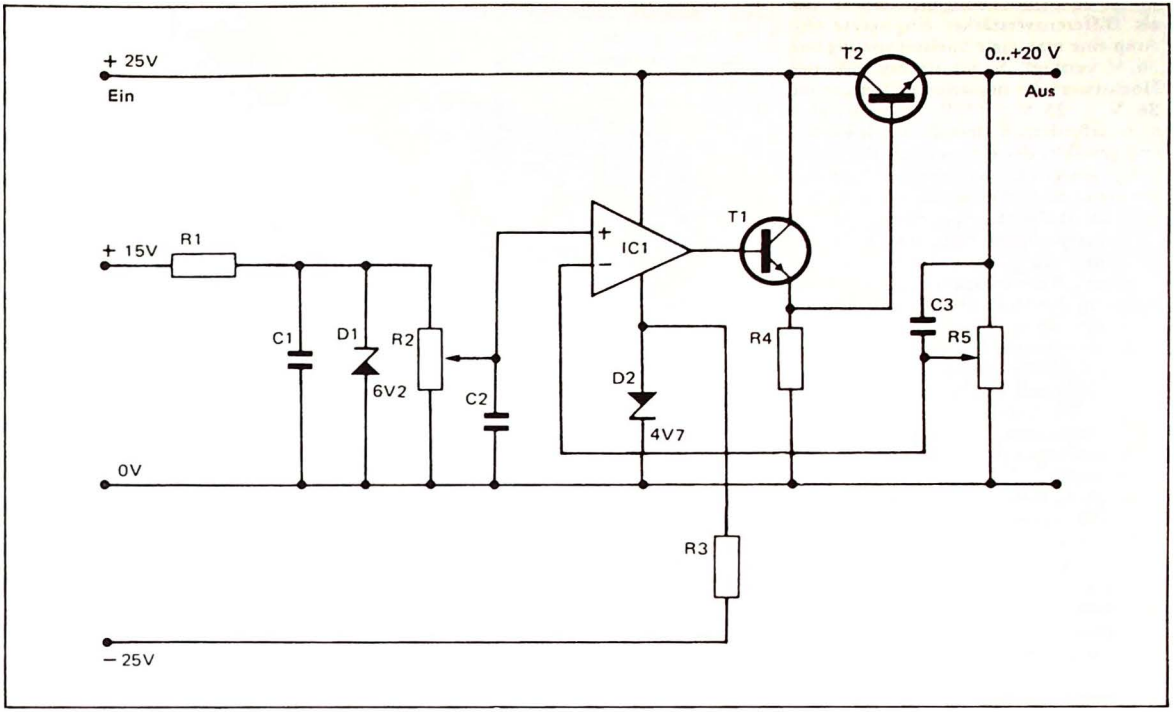


Bild 3. *Diese Schaltung ist bei passender Dimensionierung der Bauelemente bereits brauchbar, sie läßt eine Einstellung der Ausgangsspannung beginnend bei Null Volt zu, da eine Hilfsspannung von –4,7 V benutzt wird. Der Nachteil liegt darin, daß die Schaltung nicht kurzschlußfest ist, so daß nur erfahrenere Leute mit ihr umgehen sollten.*

spannungsregler mit sehr guter Brummunterdrückung und hohem Stabilisierungsfaktor.

Geht man von Bild 1 aus, so erfordert eine einstellbare Spannungsquelle, die sich an die Modul-Stromversorgung „anhängt", lediglich ein Poti, einen OpAmp (als Differenzverstärker) und einen Transistor. Mit relativ wenig zusätzlichen Kosten (weil ohne Leistungsbauelemente) kann man jedoch das Netzgerät recht komfortabel ausstatten, wie die nächsten Abschnitte zeigen werden.

Ab Null Volt einstellbar

Die meisten einstellbaren Netzgeräte, die nach dem in Bild 1 gezeigten Prinzip aufgebaut sind, haben den Nachteil, daß die Ausgangsspannung nur zwischen einigen Volt und dem Höchstwert einstellbar ist; der Bereich zwischen 0 V und ca. 4 V bleibt außer Reichweite des Einstellpotis.

In der Praxis ist das kein allzu großer Nachteil, weil man Spannungen unter 5 V um so seltener benötigt, je niedriger sie sind. Aber auch Elektroniker unterliegen gewissen Modetrends, und ein solcher Trend ist es, Netzgeräte, die nicht ab Null V einstellbar sind, als schlecht abzutun.

Wir aber lautet das Problem genau? Wie Bild 1 zeigt, wird der Differenzverstärker mit der unstabilisierten Spannung U_{ein} gespeist; der negative Speisespannungsanschluß des ICs liegt an Masse (–), der positive an den ca. 25 V, die das Modul-Netzteil unstabilisiert abgibt. Soll das Netzgerät eine Spannung von z.B. 2 V abgeben, dann muß auch der positive Eingang des Differenzverstärkers auf 2 V eingestellt werden. Der Ausgang nimmt dabei eine Spannung von 2,7 V an. Der Ausgang des Verstärkers ist dabei der kritische Punkt. Bild 2 zeigt die Konfiguration der Ausgangsstufe, es handelt sich um eine komplementäre Stufe mit den Transistoren T1 und T2.

An der Kollektor/Emitterstrecke der Transistoren muß auch im Leitzustand eine Spannung von ca. 4 V zur Verfügung stehen, sonst ist die sichere Funktion gefährdet. Wenn aber über T2 eine Spannung von 4 Volt steht, ist dies die Ausgangsspannung, sie kann somit nicht auf die gewünschten 2,7 V eingestellt werden.

Sinngemäß ist die Situation bei T1. Die Ausgangsspannung des Verstärkers kann nicht höher werden als $+U_{ein}$ minus ca. 4 V.

Somit ist $+U_{ein}$, die unstabilisierte Spannung, immer um einige V höher zu bemessen als die gewünschte maximale Ausgangsspannung.

Um die Ausgangsspannung von Null V an einstellen zu können, ist mehr Denkarbeit und Aufwand erforderlich. Eine Ausgangsspannung von Null V bedeutet, daß, vom Ausgang gesehen, die Spannung am Kollektor von T2 –4 V betragen muß. Eine negative Spannung, bezogen auf den Minuspol der unstabilisierten Spannung bedeutet aber, daß man eine zweite Spannung braucht, die z.B. mit Hilfe einer zweiten Wicklung des Netztrafos oder mit einer speziellen Schaltung (Klemmschaltung) erzeugt werden kann.

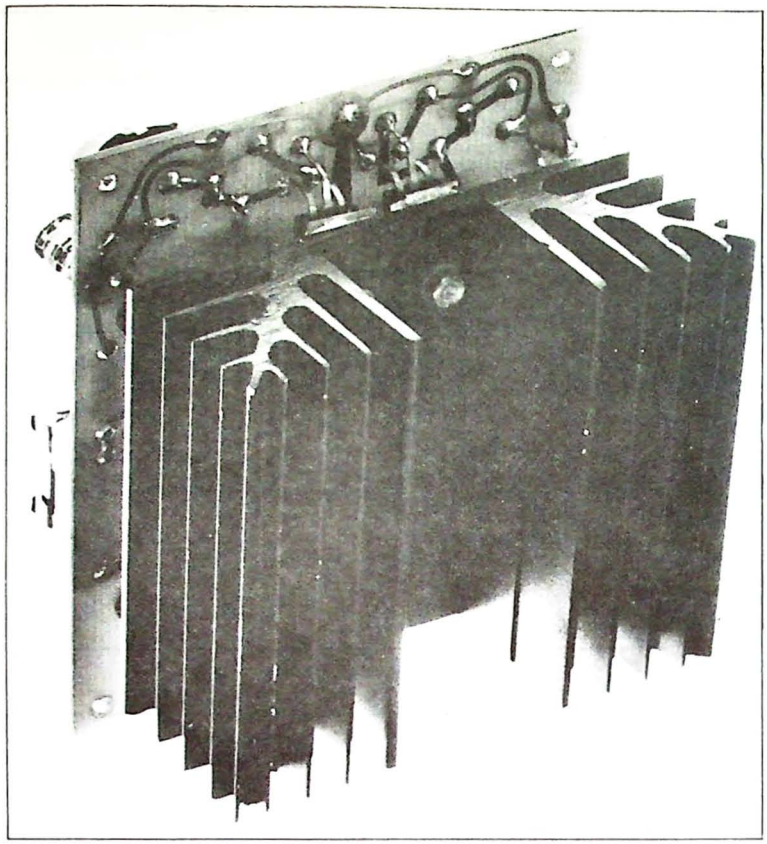
Beim modularen Netzgerät ist die Sache einfach, weil die Stromversorgungseinheit für die Meßmodule ja ebenso, wie dieses Netzgerät, dual ausgeführt ist, es liefert eine positive und eine negative Spannung von je ca. 25 V. Somit entsteht aus dem Prinzipschaltbild 1 ein bereits brauchbares Netzgerät (Bild 3).

Funktionsfähige Schaltung

Nach Bild 3 liegt der obere, positive Speisespannungsanschluß des ICs an der unstabilisierten Spannung von +25 V, der negative Speisespannungsanschluß liegt an einer Spannung, die, bezogen auf Null V (Masse), –4,7 V beträgt. Diese negative Hilfsspannung wird mit der Zenerdiode D2 erzeugt, die in Reihe mit ihrem Vorwiderstand R3 an der unstabilisierten negativen 25 V-Spannung liegt. Warum gerade 4,7 V?

Es ist zu berücksichtigen, daß der hier als Differenzverstärker eingesetzte Op-Amp eine maximale Speisespannung von 36 V verträgt. Somit ist der zulässige Höchstwert der negativen Hilfsspannung 36 V – 25 V = 11 V. Soviel ist aber nicht erforderlich, deshalb wurde ein Betrag gewählt, der einerseits als Hilfsspannung ausreicht, der aber andererseits genügend Sicherheitsspielraum läßt, falls die unstabilisierte Spannung, z.B. bei Netzüberspannung, höher als 25 V ist.
Am mit +15 V bezeichneten Eingang liegt die Referenzspannung, die ebenfalls von der Modulstromversorgung abgezweigt wird. Diese Spannung liegt nicht unmittelbar am Poti R2, sondern über einen Vorwiderstand R1, der mit der Z-Diode D1 eine zusätzliche Stabilisierung der Referenzspannung bewirkt. Diese Maßnahme ist sehr wirkungsvoll, und zwar aus folgendem Grund: Die „Speisespannung" für diese Stabi-Schaltung ist von Haus aus schon sehr stabil Festspannungsregler). Somit fließt über R1 ein konstanter Strom auf die Z-Diode. Eine konstantstromgespeiste Z-Diode ist ein nahezu idealer Spannungsstabilisator. Die so erzeugte Referenzspannung liegt an den Anschlüssen des Potis. C1 und C2 stellen zusätzliche Maßnahmen zur Unterdrückung von Stör- und Rauschspannungen dar.
Eine auf den ersten Blick tiefgreifende Abweichung vom Prinzip in Bild 1 ist die Tatsache, daß der invertierende Eingang des Differenzverstärkers die Ausgangsspannung nicht unmittelbar abfühlt. R5 ist ein Trimmer, der als Spannungsteiler für die Ausgangsspannung dient. Der Grund für diese Maßnahme: Die Referenzspannung kann zwischen Null V und 6,2 V eingestellt werden, dabei soll die Ausgangsspannung zwischen Null V und 20 V variieren. Einer Referenzspannung von 6,2 V am positiven Eingang muß somit eine Spannung von ebenfalls 6,2 V am negativen Eingang zugeordnet werden, die sich aber dann einstellen soll, wenn die tatsächliche Ausgangsspannung der Schaltung 20 V beträgt. Ist, wie später beschrieben wird, der Trimmer R5 richtig eingestellt, dann variiert die Spannung über R5 beim Verdrehen des Referenzspannungspotis völlig identisch, während die Ausgangsspannung sich zwischen Null V und 20 V ändert. Man kann sich auch leicht vorstellen, daß die maximale Ausgangsspannung - natürlich im Rahmen der zur Verfügung stehenden unstabilisierten Spannung - von der Einstellung des Trimmers R5 abhängt.

Der Kondensator C3 sorgt dafür, daß der Differenzverstärker auf schnelle Änderungen der Ausgangsspannung kräftig reagiert. Zwar leitet ein Kondensator den Strom auch nicht schneller als der obere Teil des Trimmerwiderstandes, aber dank des geringen Wechselstromwiderstandes wird über C3 bei schnellen Änderungen der Ausgangsspannung ein



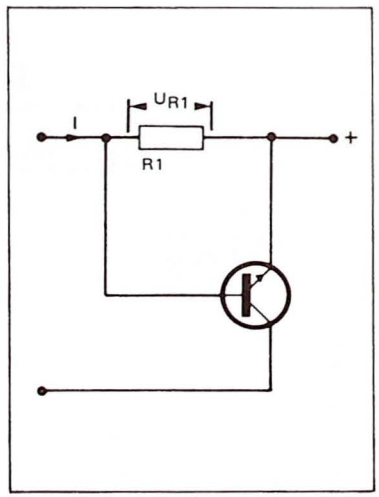


Bild 4. *Eine einfache Schaltung für eine Strombegrenzung. Der Sensorwiderstand R1 „mißt" den Laststrom und erzeugt eine dem Strom proportionale Spannung, die einen Transistor steuert. Der Kollektor wird mit einem geeigneten Schaltungspunkt verbunden. Gerät der Halbleiter in den Leitzustand, so kann er einen anderen Transistor sperren.*

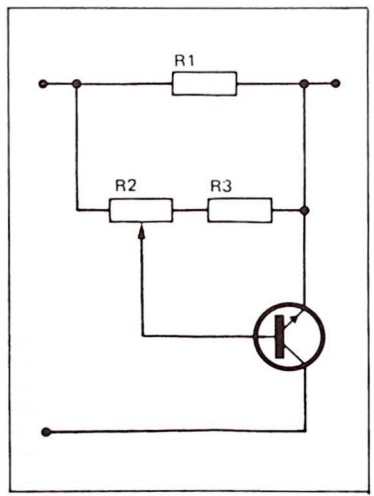
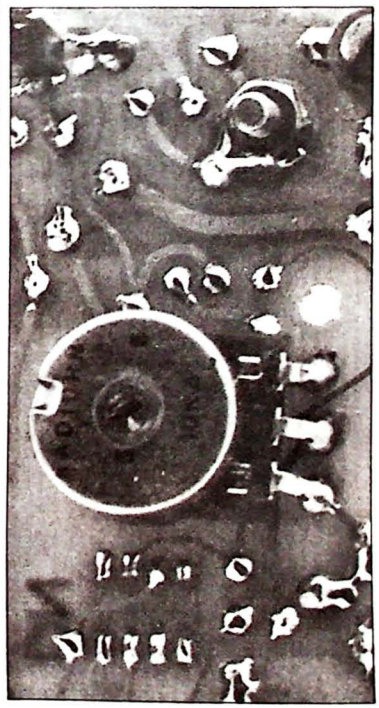


Bild 5. *Hier ist aus der auf einen bestimmten Laststrom fest eingestellten Strombegrenzung eine einstellbare geworden. Die Schaltung ist allerdings so nicht zu verwenden, weil hohe Lastströme einen viel zu starken Spannungsabfall am Lastwiderstand R1 erzeugen. Ist R1 dagegen zu klein, lassen sich niedrige Lastströme nicht mehr erfassen.*

größerer Anteil auf den invertierenden Eingang des Verstärkers gekoppelt, so daß es zu einer Art Überreaktion kommt. Diese ist keineswegs nachteilig, sondern wirkt sich positiv auf das Reaktionsvermögen der Stabilisierung aus.
Zwischen dem Längsregeltransistor T2, der aus Bild 1 bekannt ist, und dem Ausgang des Verstärkers liegt eine weitere Transistorstufe T1. Bei hohem Laststrom muß T2 weit in den Leitzustand gesteuert werden, dazu ist ein hoher Basisstrom erforderlich. Diesen kann der OpAmp nicht liefern. T1 ist als Emitterfolger geschaltet und somit ein reiner Stromverstärker. Zu beachten ist allerdings, daß jetzt zwischen OpAmp-Ausgang und Schaltungsausgang zwei Basis/Emitter-Übergänge (T1, T2) liegen, so daß sich auf dieser Strecke die Spannung insgesamt um ca. 1,4 V verringert. Das interessiert den Differenzverstärker jedoch nicht, weil er (über R5) am Ende der Kette „mißt", am Schaltungsausgang also, dort, wo es darauf ankommt.
Das Schaltbild 3 zeigt eine vorzügliche stabilisierte Spannungsquelle mit einstellbarer Spannung, jedoch hat die Sache einen großen Nachteil: es fehlt die

Strombegrenzung

Ein Netz-„Teil", das fest mit seinem Verbraucher verbunden ist und keine Maßnahme enthält, die bei Überlast die Elektronik vor Zerstörungen schützt - o.k. Bei einem Netz-„Gerät", das zum Experimentieren benutzt wird, ist eine solche Schutzvorrichtung praktisch unverzichtbar.
Allerdingd gibt es auch hierbei wieder so einen Modetrend. Kaum jemand ist noch zufrieden mit einer elektronischen Sicherung, die bei Überlast oder Kurzschluß einfach und ehrlich die Spannung abschaltet. Man verlangt vielmehr eine Strombegrenzung, und zwar eine einstellbare; erreicht der Laststrom den eingestellten Betrag, so kann er, auch bei weiterer Verringerung des Lastwiderstandes, nicht noch mehr ansteigen, er wird begrenzt. Da jedoch der Lastwiderstand durchaus weiter abnehmen kann, bedeutet konstanter Laststrom nach dem Ohmschen Gesetz nichts anderes, als daß die Ausgangsspannung des Netzgerätes in diesem Fall abnimmt. Der Experimentator, der die einstellbare Strombegrenzung will, begibt sich wissentlich in die Gefahrenzone undefinierter Experiment-Bedingungen, wenn er eine einstellbare Strombegrenzung einer einstellbaren Sicherung vorzieht.
Glücklicherweise erfordert die Strombegrenzung nicht viel zusätzlichen Aufwand. Es sei, also los.
Bild 4 zeigt in der Plusleitung, in der bisher nur der Regeltransistor liegt, einen Stromsensorwiderstand R1. An diesem Widerstand erzeugt der Laststrom eine proportionale Spannung (Ohmsches Gesetz). Mit dieser Spannung wird ein Transistor gesteuert; steigt die vom Laststrom erzeugte Spannung auf knapp 0,7 V an, so beginnt die Basis/Emitter-Strecke des Transistors zu leiten. Die Kollektor/Emitter-Strecke wird niederohmig, somit kann man einem geeigneten Schaltungspunkt die Spannung wegnehmen, indem man den Kollektor anschließt.
Diese Schaltung hat einen großen Nachteil, denn der Einsatzpunkt der Strombegrenzung soll einstellbar sein, z.B. zwischen 50 mA und 1 A. Man könnte zunächst daran denken, den Stromsensorwiderstand variabel zu machen. Ein solches Poti müßte dann bei einem Begrenzungseinsatz von 1 A auf 0,7 Ohm eingestellt werden, bei Einstellung auf 50 mA jedoch auf 14 Ohm (!). Die Leistungsaufnahme (Strom mal Spannung) des variablen Widerstandes beträgt in allen Einstellungen 0,7 W; diese Tatsache und der geringe Nennwiderstand von 20...25 Ohm würden an dieser Stelle ein Drahtpoti erforderlich machen. Solche Typen sind aber nicht überall erhältlich, außerdem neigen Drahtpotis vorübergehend zu schlechter Kontaktgabe des Schleifers; kurz, diese Lösung ist keineswegs ideal.
Bild 5 zeigt eine mögliche Alternative. Parallel zu dem festen Sensorwiderstand R1 liegt eine Reihenschaltung aus Poti R2 und Festwiderstand R3. Bemißt man R1 mit gut 14 Ohm, in der Praxis also mit 15 Ohm (E6-Reihe), dann kann man mit R2 den Leiteinsatz des Transistors



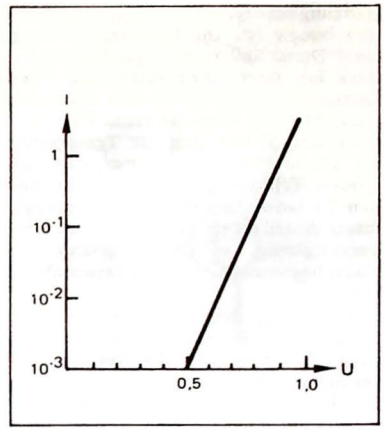


Bild 6. *Die Strom/Spannungs-Kennlinie einer Siliziumdiode 1 N 4007. Im Bereich weniger Zehntel Volt ändert sich der Strom um den Faktor 1000:1. Zu berücksichtigen ist bei der Betrachtung die logarithmisch geteilte Stromachse.*

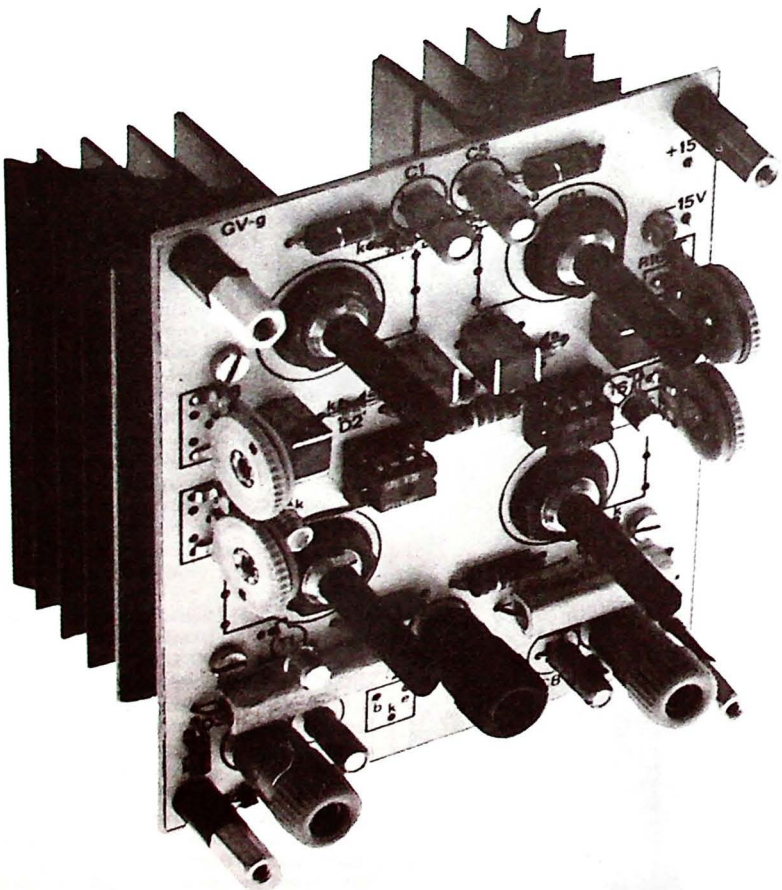
im gesamten Laststrombereich von 50 mA...1 A einstellen. Hier zeigt sich aber ein anderer, schwerer Nachteil; bei 1 A Laststrom fällt an R1 eine Spannung von 15 V ab. Ein Netzgerät mit einer solchen Abhängigkeit der Ausgangsspannung von der Belastung ist gar keins.
Die Spannung, die der Stromsensorwiderstand für sich selbst verbraucht, muß erstens viel geringer sein, zweitens und vor allem: Sie muß konstant, d.h. unabhängig vom Laststrom sein. Es gibt eine Lösung: eine Diode als Stromfühler. Bereits bei kleinem Durchlaßstrom entsteht an der Diode ein Spannungsabfall von 0,5 V, der bei zunehmendem Strom um einige 100 mV ansteigt. In Bild 6 ist die Strom/Spannungskennlinie einer gängigen Siliziumdiode vom Typ 1 N 4007 angegeben. Bei der Interpretation dieser Grafik darf man sich nicht vertun: Der Anstieg ist keineswegs linear, denn die Stromachse ist logarithmisch geteilt. Vielmehr ist der Zusammenhang zwischen Strom und Spannung logarithmisch, somit ergibt sich in der gewählten einfach-logarithmischen Darstellung eine Gerade.
Im Bereich zwischen 1 mA und 1 A ändert sich die Fluß- oder Schwellenspannung nur von 0,5 V auf 0,9 V. Somit ist ein solcher Diodentyp zunächst ideal.
Leider nicht ganz, denn wie Bild 7 zeigt, hat sich schon wieder ein Widerstand eingeschlichen, R1 liegt dort in Reihe zu der Diode. Dieser Widerstand hat allerdings nur einen sehr kleinen Wert.
Bei niedrigen Stromwerten ist es vornehmlich die Diode, die den Spannungsabfall bestimmt, bei Vollast erzeugt der Widerstand den größeren Teil der Spannung.
Die Schaltung hat den Vorteil, daß die Spannung, die zum Zweck der Strombe-

grenzung erzeugt wird, weniger temperaturabhängig ist. Die Durchlaßspannung einer Diode ändert sich nämlich relativ stark mit ihrer Temperatur, und beim Laststrom 1 A erwärmt sich D1 recht stark. Mit dem Vorwiderstand R1 in der Schaltung ändert sich die Temperatur der Diode zwar noch ebenso, aber der größere Teil der Spannung wird (bei hohem Laststrom) vom Widerstand erzeugt, dieser Anteil ist nicht nennenswert temperaturgängig, so daß insgesamt die Strombegrenzung temperaturstabiler wird.

Bild 8 zeigt den Zusammenhang des Stromsensorteils mit der übrigen Schaltung. Der Kollektor des Begrenzungstransistors T3 liegt an der Basis von T1. Zur Erläuterung der Wirkungsweise sind Spannungswerte für eine frei gewählte Referenzspannung von 5 V eingetragen, um gute Übersicht zu gewährleisten, ist der Spannungsteiler am Ausgang der Schaltung nicht eingezeichnet.

Um bei einer am positiven OpAmp-Eingang eingestellten Referenzspannung von 5 V eine Spannung von 5 V am Schaltungsausgang zu erzeugen, muß der OpAmp seinen Ausgang auf ca. 6,9 V einstellen. Dann betragen die Emitterspannungen von T1 bzw. T2 6,2 V bzw. 5,5 V. Bei einem angenommenen sehr kleinen Laststrom fällt an der Reihenschaltung R2/D1 eine Spannung von nur 0,5 V ab.

Die Kollektor/Emitter-Strecke des Strombegrenzungstransistors liegt zwischen OpAmp- und Schaltungsausgang. Gerät dieser Transistor bei einem Anstieg des Laststroms und natürlich entsprechend eingestelltem Poti R3 in den Leitzustand, so schließt er die gesamte Kette T1, T2, R2 und D1 kurz. Dies geschieht nicht vollständig, denn es stellt sich ein Gleichgewichtszustand ein: die Transistoren T1 und T2 leiten weniger, so daß der im Ansteigen begriffene Laststrom zurückgenommen wird, und T3 ist gar nicht vollständig in den Leitzustand gekommen. Der Gleichgewichtszustand (nach Einsatz der Strombegrenzung) ist unabhängig von dem mit R3 gewählten Einsatzpunkt dadurch gekennzeichnet, daß die Basis/Emitterspannung von T3 ca. 0,7 V beträgt.



Gesamtschaltbild

Bild 9 zeigt im oberen Teil die Gesamtschaltung für die positive Ausgangsspannung des dualen Netzgerätes, nur der Widerstand R3 ist in die untere, „negative" Hälfte gerutscht. Die Änderungen bzw. Ergänzungen gegenüber Bild 8: Der Reihenwiderstand R7 zum Strombegrenzungseinstellpoti R6 ist ein Trimmer geworden. Der Trimmer gestattet die feste, aber genaue Einstellung des maximalen Laststromes den man zulassen will. Der Kondensator C4, parallel zum Schaltungsausgang, fängt schnelle Laststromänderungen etwas auf, indem er kurzzeitig Strom aufnimmt oder abgibt; das Regelsystem braucht dann nicht bei jeder kleinen Laständerung voll in Aktion zu treten. Die „falsch", d.h. in Sperrichtung gepolte Diode D4 schützt gegen am Ausgang auftretende Spannungen mit umgekehrter Polarität.

Im unteren Teil von Bild 9 ist der zweite Teil des dualen Netzgerätes zu sehen. Da für diesen Teil nicht, wie oben, der negative(re) Pol der unstabilisierten Speisespannung der Bezugspegel ist, sondern der positivere, weil die Masse der gemeinsame Bezugspegel beider Hälften sein soll, muß die negative Seite komplementär aufgebaut werden. Alle Stromkreise sind mit denen der oberen Hälfte identisch, bis auf eine Ausnahme: Die Ströme fließen alle in umgekehrter Richtung. Deshalb sind die Pfeilrichtungen in den Halbleitersymbolen umzukehren, was in Bild 9 selbstverständlich schon geschehen ist; für die Transistoren gilt: Aus NPN wird PNP. Auch die Polung der Elkos ist, bezogen auf Masse, vertauscht. Nur bei den OpAmps muß man genau hinsehen: Die Hilfsspannung wird bei IC2 der positiven Speisespannung zugefügt, sie ist hier übrigens positiv, wie man sich leicht überlegen kann. Und wenn man es sich genau überlegt, wird auch klar, warum die Eingänge des unteren OpAmps keineswegs vertauscht sind, vielmehr liegt der nichtinvertierende Eingang auch hier an der Referenzspannung, der invertierende an der Ausgangsspannung. Die Ausdrücke „positiver" oder „negativer" Eingang erweisen sich spätestens jetzt als falsch, es sind saloppe Bezeichnungen, die zwar mit der symbolischen Kennzeichnung, jedoch nicht mit der Funktion der Eingänge korrespondieren. Die Eingänge dürfen in der unteren Schaltung keineswegs, wie die Polaritäten anderer Bauelemente, vertauscht werden, weil die Zeichen + und – die Funktion des Eingangs bezeichnen, nicht aber die Polarität der anzulegenden Spannung.

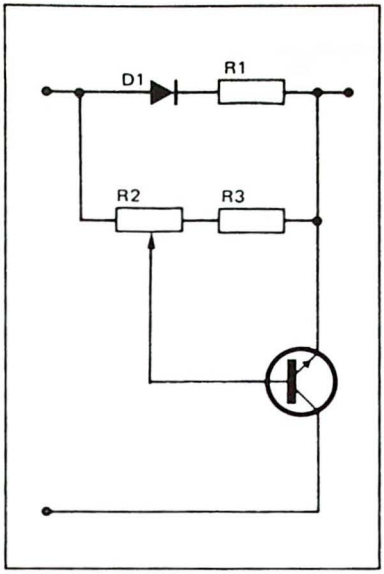


Bild 7. *Mit dieser Auslegung der Strombegrenzung läßt sich der Begrenzungseinsatz in einem weiten Bereich ohne zu hohe Spannungsverluste einstellen.*

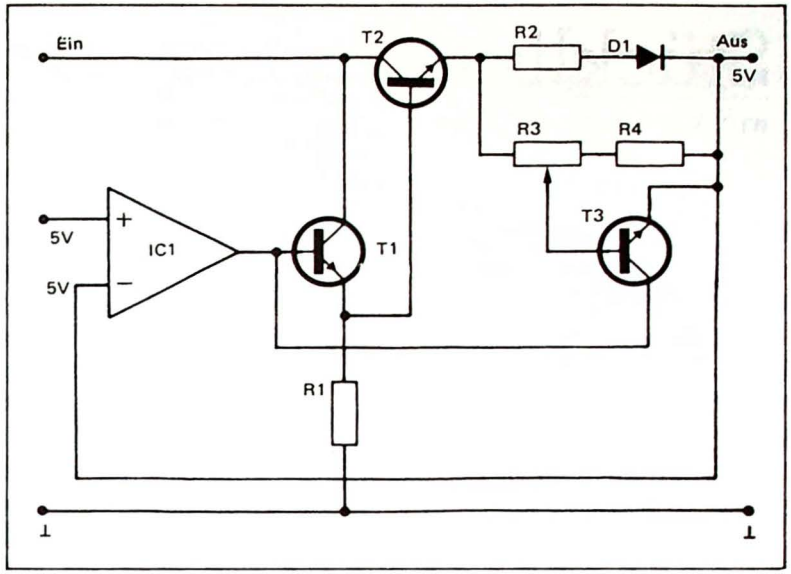


Bild 8. *So fügt sich die Strombegrenzung in die Stabilisierungsschaltung ein. Wenn der Laststrom den eingestellten Wert überschreitet, entsteht an R2/D1 ein Spannungsabfall, der den Transistor T3 etwas in den Leitzustand steuert. Dabei nimmt die Steuerspannung für die Transistoren T1/T2 ab, so daß sie weniger leiten.*

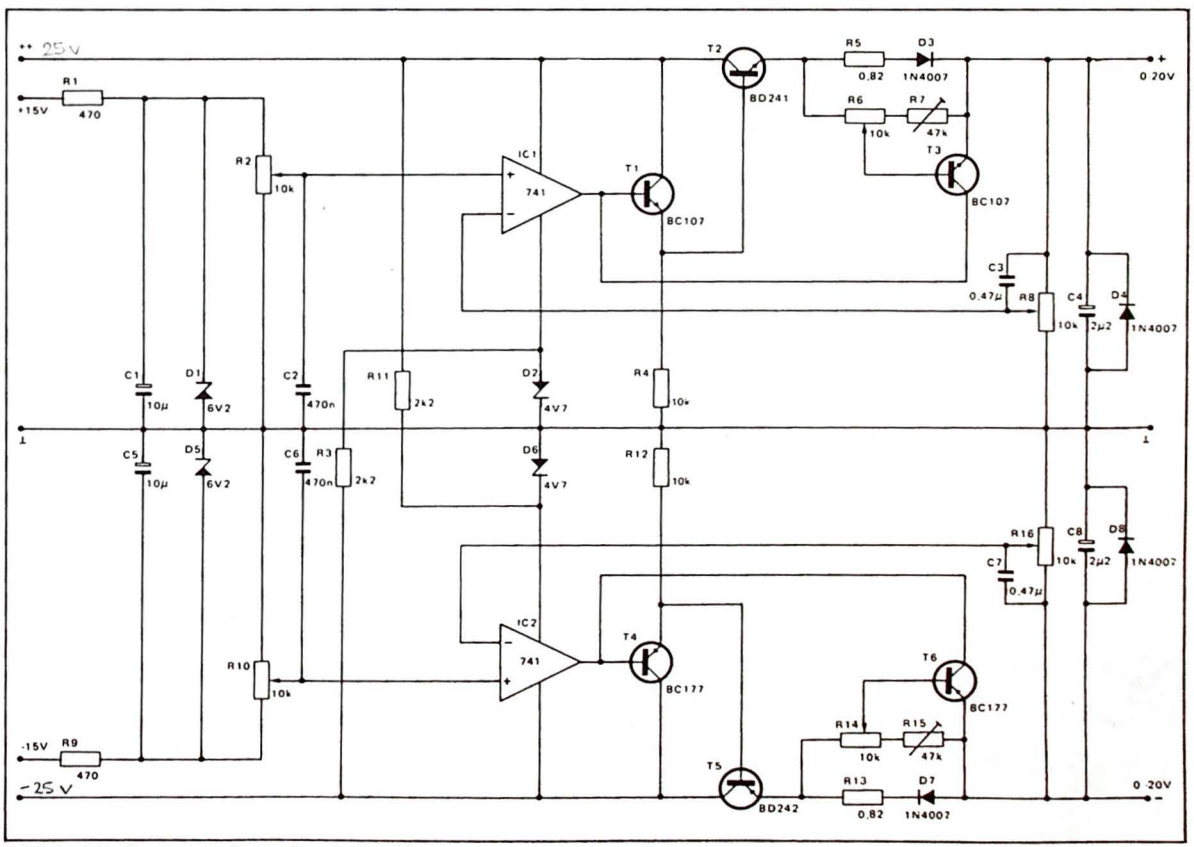


Bild 9. *Die Gesamtschaltung des dualen Netzgerätes zeigt, daß beide Teile vollkommen symmetrisch aufgebaut sind. Dieses Netzgerät kann selbstverständlich - mit oder ohne Frontplatte - auch außerhalb der P.E.-Modulserie verwendet werden.*

Stückliste

WIDERSTÄNDE 1/4 Watt, 5%

R1, R9 = 470 Ohm
R2, R6,
R10, R14 = 10 k-Ohm, Poti lin.
R3, R11 = 2,2 k-Ohm
R4, R12 = 10 k-Ohm
R5, R13 = 0,82 Ohm, 5 W, RM max. 30
R7, R15 = 47 k-Ohm, RM 5x2,5 o. 10x 5
R8, R16 = 10 k-Ohm, Trimmer RM 5x2,5 o. 10x5

KONDENSATOREN

C1, C5 = 10 µF, 25/40 V, RM 5
C2, C3,
C6, C7 = 470 nF, z.B. Siem. MKH, RM 7,5
C4, C8 = 2,2 µF, 40/63 V, RM 5

HALBLEITER

D1, D5 = Z-Diode 6,2 V, 400 mW
D2, D6 = Z-Diode 4,7 V, 400 mW
D3, D4
D7, D8 = 1 N 4007
T1, T3 = BC 107 o. äquiv., z.B. BC 547
T2 = BD 241 (TO-220)
T4, T6 = BC 177 o. äqiuv., z.B. BC 557
T5 = BD 242 (TO-220)
IC1, IC2 = 741, Mini-DIL

SONSTIGES

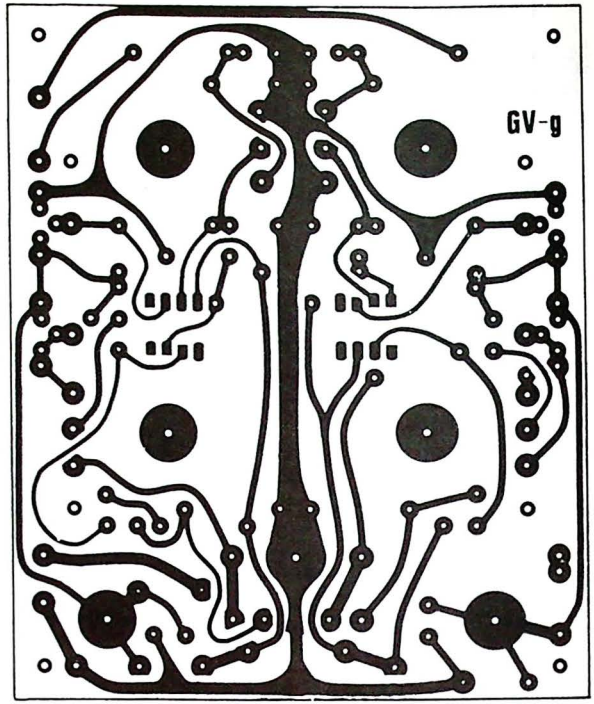
2 x IC-Fassung DIL 8
3 x Zwischenstecker, Hirschm. Mzs 2, 2 x rot, 1 x schwarz,
5 x Lötstifte RTM
5 x Steckschuhe RF
1 x Kühlkörper SK 08, s. auch Stückl. Mod.-Netzteil
2 x Iso.-Garnitur für TO-220
4 x Gew.-Röhrchen M3x10
8 x Abst.-Röhrchen 10 mm
4 x Kreuzschl.-Schr. M3x5
4 x Zyl.-Kopf-Schr. M3x20
4 x Zyl.-Kopf-Schr. M3x15
2 x Zyl.-Kopf-Schr. M3x10
6 x Muttern M3
4 x Bed.-Knöpfe f. Potis
1 x Print nach Bild 10/11
1 x Frontplatte silb. o. Schwarz
2 x U-Scheibe 3 mm

Baukosten-Voranschlag

DM 69,50

ohne Versorgungsspannungen

Bild 10, Bild 11. *Layout und Bestückungsplan des Prints. Die wenigen laststromführenden Kupferbahnen und ein Teil der Masseleitung sind breiter ausgeführt.*



10

Printbestückung

Bild 10 zeigt das Printlayout, Bild 11 den Bestückungsplan. Unter T3 und neben T4 ist je eine Drahtbrücke zu erkennen (nicht vergessen). Die fünf Lötstifte für die Versorgungsanschlüsse werden von der Kupferseite her eingesteckt. Die weitere Bestückung betrifft alle Bauelemente mit Ausnahme von T2 und T5. Die beiden 0,82 Ohm-Widerstände sind in der Stückliste mit 5 W angegeben, weil dies eine gängige Leistungsstufe ist. Es reichen aber auch 2 W-Typen. Die beiden ICs sollten auf Fassungen gesetzt werden; sie sind zwar nicht so empfindlich wie MOS-ICs, aber wenn später mal ein IC ersetzt werden muß, gibt es keine Probleme.

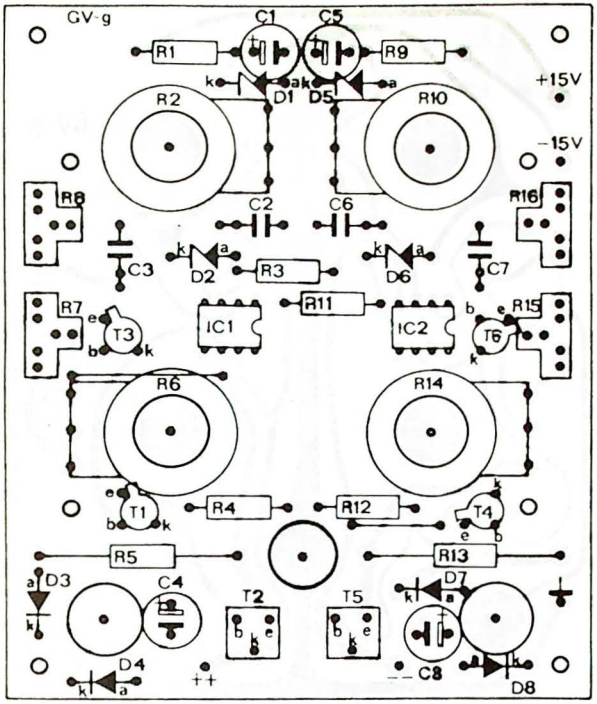
Die vier Trimmer werden stehend montiert, es passen zwei verschiedene Rastermaße. Die Potis schraubt man nach dem Kürzen der Achsen in der richtigen (Winkel-) Stellung fest auf, dann biegt man ihre Lötfahnen in Richtung auf den Print ab und lötet sie an.
Bei der Auswahl der drei Ausgangsbuchsen muß man darauf achten, daß sie an keiner Stelle einen größeren Durchmesser als 12 mm haben, sonst passen sie nicht durch die Bohrungen der Frontplatte.

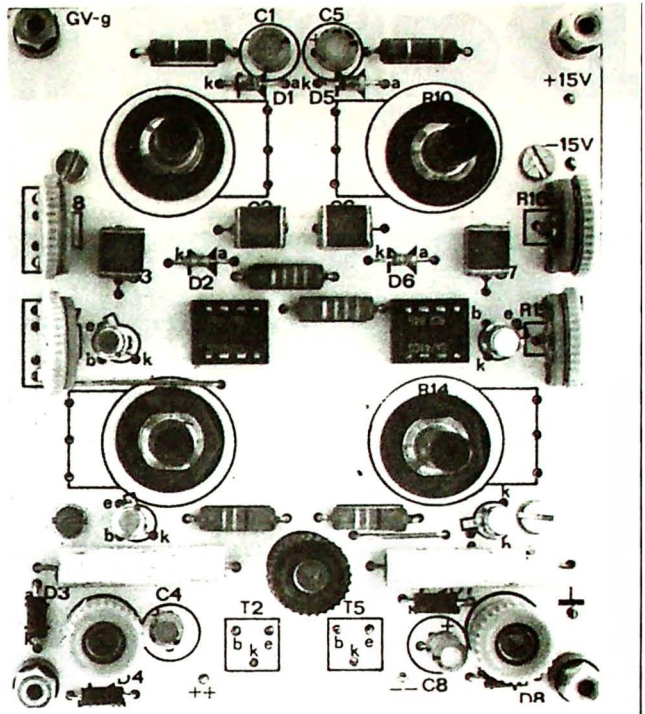
Weitere Bauhinweise

Die beiden Leistungstransistoren werden genau so auf das Kühlprofil montiert, wie die Spannungsregler in der Modul-Stromversorgung (diese Ausgabe, siehe dort). Auch der Bohrplan gilt ohne Änderungen.
Sind die beiden Halbleiter (isoliert) montiert und ist die Isolation geprüft, dann kann man das Kühlprofil mit dem Print zusammenbauen. Die Abstandsröhrchen sind 10 mm lang, es kann aber bei bestimmten Poitypen, die eine grössere Einbautiefe haben, erforderlich sein, noch 1...2 Muttern M3 oder entsprechend dicke Scheiben zusätzlich je Schraube vorzusehen. Zuletzt biegt man die Anschlußpins der beiden Leistungstransistoren zum Print hin und lötet sie an.

Einstellen der Trimmer

Zunächst stellt man alle Potis an den linken Anschlag (Uhrzeiger-Gegensinn), dann werden die fünf Eingangsanschlüsse mit den gleichnamigen Ausgängen der Modulstromversorgung verbunden. Die Trimmer bringt man in Mittelstellung. Ein Vielfachinstrument, Gleichsspan-





11

nungsbereich, 20 V (bzw. 30 oder 50 V, je nach Ausführung), wird zwischen Masse- und positiver Ausgangsbuchse angeschlossen. Jetzt erst den Trafo der primären Stromversorgungseinheit an Netzspannung legen! Das Vielfachinstrument darf nichts anzeigen.

Jetzt verdreht man das Poti R2, das im späteren Betrieb zur Einstellung der positiven Gleichspannung dient, langsam nach rechts; der Zeiger des Instrumentes muß der Bewegung gleichmäßig folgen. In der rechten Anschlagstellung des Potis muß das Instrument einen Wert zwischen 17 und 25 V zeigen. Mit Trimmer R8 wird die Anzeige auf 20 V eingestellt. Anschließend verfährt man bei den Einstellorganen der negativen Spannung wie soeben beschrieben.

Dann zur Strombegrenzung, zunächst im positiven Teil. Die Ausgangsspannung wird mit R2 auf Null V eingestellt. Da bereits vor Beginn der Abgleichprozedur das Poti R6 der Strombegrenzung ganz nach links gestellt wurde, muß die Strombegrenzung sehr früh, d.h. bei geringem Laststrom einsetzen. Man darf also ungestraft folgendes tun: das Vielfachinstrument in einem Gleichstrommeßbereich (hier: 1 A) als Last an die Ausgangsbuchsen anschließen (Plus und Masse) und die Spannung mit R2 langsam aufdrehen. Wenn alles in Ordnung ist, zeigt das Instrument sogar bei voll nach rechts gedrehtem Poti einen Strom von - grob - 50 mA. Beim Verdrehen von R6 muß jetzt der Strom ansteigen. Kommt er in die Nähe von 1 A, so stellt man ihn mit Trimmer R7 auf ca. 800 mA ein. Dann kann R6 voll aufgedreht werden, so daß sich nun mit R7 der maximale Strom auf 1 A abgleichen läßt.

Die Abgleichmaßnahmen enden mit der Einstellung der Strombegrenzung im negativen Teil des Netzgerätes.

Das Duale Netzgerät im Modularen Meßsystem – oder auch nicht

Soll das duale Netzgerät ein Bestandteil im modularen Meßplatz werden, so ist sein Platz ganz links, also am Anfang der Reihe; denn anders als bei den übrigen Modulen der Serie sind hier die Speisespannungsleitungen auf dem Print nicht von links nach rechts durchgeschleift. Allerdings fehlt auf dem Print (Kupferseite) eine zweite Garnitur Lötstifte für Masse, +15 V und −15 V, die der Entwickler nicht vorgesehen hat, die aber sehr nützlich ist, wenn man alle Verbindungen steckbar ausführen will. Nach dem System „Uniflex", P.E. Heft 6/77, kann man sich so helfen, daß man zwei Lötstifte auf einen Steckschuh lötet.

Dieses duale Netzgerät, komplett mit einer sauberen Frontplatte, würde sich auch außerhalb der P.E.-Meßmodul-Serie gut machen. Wenn man zur Stromversorgung des Gerätes die vorgesehene Modulspeisung verwendet, sind Trafo, Gleichrichter und die beiden Spannungsregler 7..15 C leistungsmäßig überdimensioniert. Das schadet der Qualität des Gerätes zwar nicht - im Gegenteil - aber dem Hobbyetat. Wenn man jedoch Verwendung für die positive und negative 15 V-Spannung hat, die sich für zahlreiche OpAmpspeisungen hervorragend eignet, dann fehlt es an einer Frontplatte, die auch für diese beiden Spannungen Anschlußbuchsen hat.

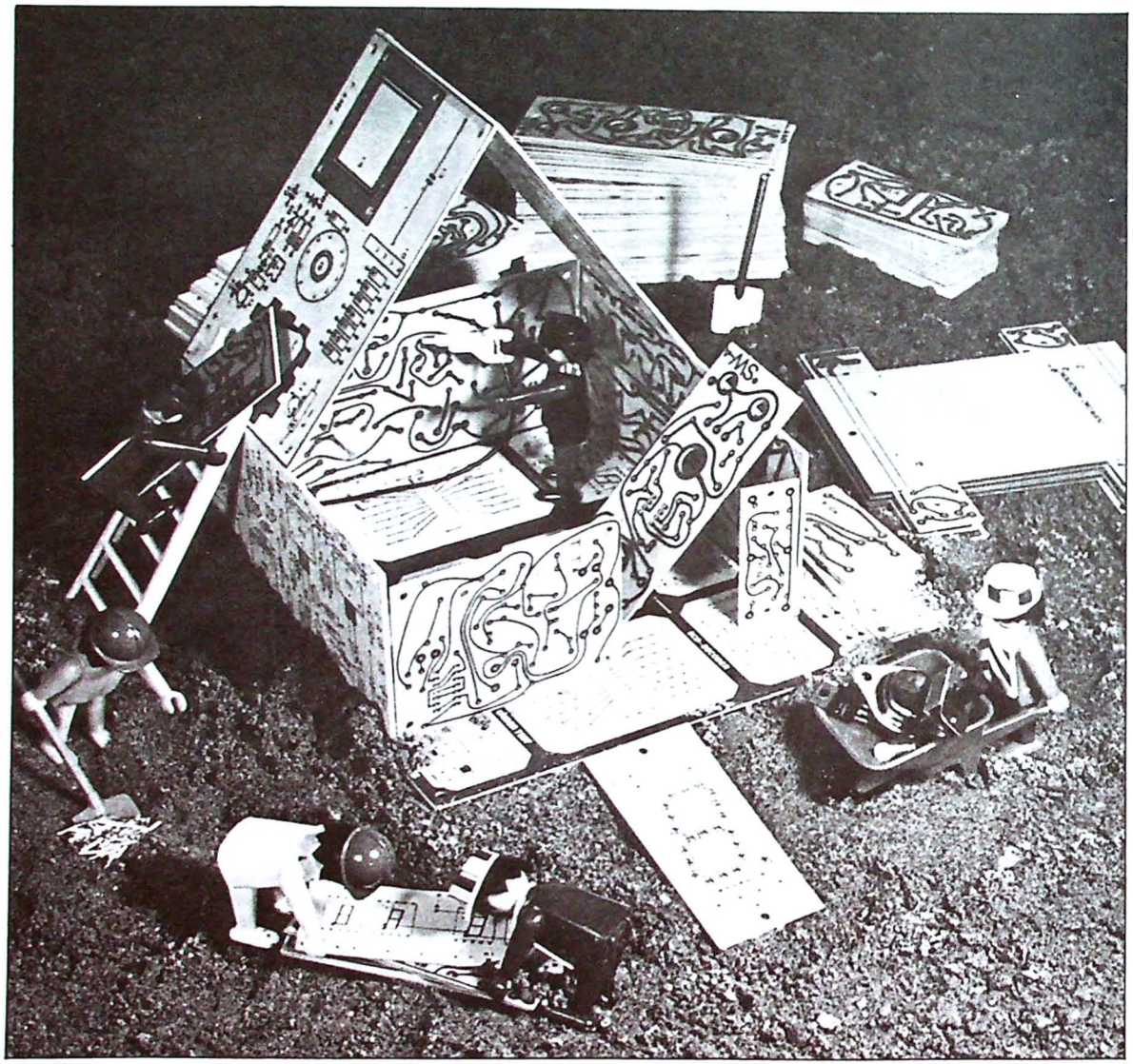
Wenn Ihrerseits eine passende Dimensionierung des primären Netzteils gewünscht wird, so lassen Sie es uns bitte wissen.

Hinweis für neue Leser

In der Reihe „Modularer Meßplatz" sind bisher folgende Bausteine beschrieben worden (siehe auch Kopfleiste auf Seite 24/25):

Sinusgenerator	Heft 1/78
Rechteck-Zusatz	Heft 3/78
Digitalmeter	Heft 5/78
DC-Volts-Zusatz	Heft 5/78
Ohms-Zusatz	Heft 7/78

Damit können



Verwenden Sie für den Nachbau Original P.E.-Prints und Original - P.E.-Frontplatten, denn sie erleichtern Ihnen die Arbeit. P.E.-Prints und -Frontplatten sind funktionell und preiswert. Sie erhalten sie in Ihrem Elektronik-Fachgeschäft oder beim Verlag.
P.E.-Prints sind beige-weiß und haben einen roten Bestückungsaufdruck. Frontplatten FP = silber-metallic mit schwarzer Beschriftung, FN = Cockpit-schwarz mit silberf. Beschriftung.

Sie bauen!

Prints

	Bestell-zeichen	Preis
Ausgabe Nr. 1		
FBI-Sirene	SI-a	4,35
Transitest	TT-a	6,75
Elektro-Toto-Würfel	DS-a	6,60
Ausgabe Nr. 2		
Carbophon	CF-a	6,30
Spannungsquelle	GV-a	11,60
MIKRO-Experimentalprogramm	MI-a	8,50
	MI-b	4,95
Ausgabe Nr. 3		
50-Watt-Modul	PA-a	10,95
Kassette im Auto	KS-a	3,25
Ausgabe Nr. 4		
Codeschloß	ES-a	7,15
LED-VU-Meter	VU-a	9,35
Ausgabe Nr. 5		
Puffi	BU-a	6,40
Minimix	MM-a	12,90
Tremolo-Modul	TR-a	13,85
Ausgabe Nr. 6		
Leslie-Modul	TR-b	6,35
Signal-Tracer	SV-a	13,85
TV-Tonkoppler	TV-a	12,55
Ausgabe Nr. 7		
TTL-Trainer	DT-a	29,00
Basisbreite-Modul	BB-a	9,10
Ausgabe Nr. 8		
Loudness-Filter-Modul	FV-a	9,70
Mini-Uhr m. Maxi-Display	DK-c/d	10,95
Superspannungsquelle	SQ-a	13,10
Ausgabe 1/78		
Sinusgenerator (Modul)	SG-a	14,10
n-Kanal-Lichtorgel		
Basisprint	LO-c	8,30
Kanalprint	LO-d	5,00
Lichtdimmer	LD-a	6,80
Ausgabe 2/78		
Rauschfilter-Modul	RF-a	8,90
Goliath-Display (Anzeige)	UD-a	5,50
(Zählerprint)	UD-b	5,50
Pausenkanal f. n. Kanal-Licht-	LO-e	5,00
Ausgabe 3/78		
Rechteckzusatz zum Sinusgen.	SW-a	7,80
Spannungslupe	SL-a	5,25
Goliath-Stromversorgung	GV-e	13,90
Ausgabe 4/78		
O.P.A.	OP-a	5,35
Logic-Probe	LT-a	5,05
Hall-Modul	RV-a	8,90
Ausgabe 5/78		
Digital-Meter (Modul)	DM-a/b	19,35
Peacemaker	PM-a	5,90
Ausgabe 6/78		
Sensorschalter	TT-b	10,20
L.E.D.S.	LE-a	6,90
Digital-Analog-Timer	UT-a	18,00
Ausgabe 7/78		
Ohm-Meter (Modul)	DM-c	7,85
Würfeln mit Goliath	UD-c	6,10
Elektronisches Tauziehen	EG-a	14,25
Ausgabe 8/78		
H.E.L.P,	UP-a	22,50
Zener-Tester	ZT-a	7,70
INFRAROT-Sender	IR-a	5,90
Empfänger	IR-b	11,80
Ausgabe 9/78		
Syndiatape	SY-a	14,70
Schwesterblitz	FL-a	4,50
Das kontaktlose Relais	RY-a	4,90
Ausgabe 10/78		
Regensonde	RB-a	8,80
Intervallschalter	WA-a	11,10
Akkulader	AK-a	11,10
Ausgabe 12/78		
Power-Blink-Zentrale	KI-a	6,90
Monitor-Verstärker	Op-b	16,90
Anpassungsverstärker	Bu-a	6,40
Netzteil HiFi-Module		
Vorverstärker-Module	Ma-a	8,80
Endverstärker-Module	Ma-b	7,80
Ausgabe 1/79		
Goliath-Digitaluhr	UD-d	12,95
Anti-Lichtorgel	LO-b	6,25
Elektron. Spannungsteiler	OP-c	5,30
Ausgabe 2/79		
DC-Fuse	EF-a	8,25
Mini-Midi	MR-a	7,15
Frequenzzähler '79	FZ-a	23,75
Netzteil zum FZ '79	FZ-b	17,00
Ausgabe 3/79		
ESQ Eichsp,-Quelle	ESQ	12,20
Rumpelfilter-Modul	DF-a	11,75
Goliath's Woche	UD-e	11,50
Ausgabe 4/79		
Puzzle-Verstärker		
Endstufe (1 Kanal)	LV-a	15,90
DUT Durchg.-Tester	DU-a	4,00
Universelle Triac-Steuerung	LD-b	4,95
Ausgabe 5/79		
Mischmodul	MV-b	9,95
Universeller Vorverstärker	MV-a	4,25
Puzzle-Verstärker		
Netzteil (f. 2 Kanäle)	LV-c	9,40
Relais-Pulser	TP-a	6,60

Frontplatten

Ausgabe Nr. 3		
50 Watt-Modul	FP-PA-a	11,15
dito, negativ	FN-PA-a	11,15
Ausgabe Nr. 4		
LED-VU-Modul	FP-VU-a	11,65
dito, negativ	FN-VU-a	11,65
Ausgabe Nr. 5		
Tremolo-Modul	FP-TR-a	15,35
dito, negativ	FN-TR-a	15,35
Ausgabe Nr. 6		
Leslie-Modul	FP-TR-b	9,00
dito, negativ	FN-TR-b	9,00
Ausgabe Nr. 7		
Basisbreite-Modul	FP-BB-a	12,85
dito, negativ	FN-BB-a	12,85
Ausgabe Nr. 8		
Loudness-Filter-Modul	FP-FV-a	11,00
dito, negativ	FN-FV-a	11,00
Ausgabe 1/78		
Sinusgen.-Meßmodul	FN-SG-a	17,30
Ausgabe 2/78		
Rauschfilter-Modul	FP-RF-a	11,60
dito, negativ	FN-RF-a	11,60
Ausgabe 3/78		
Rechteckzusatz z. Sinusgen.	FN-SW-a	9,15
Ausgabe 4/78		
Hall-Modul	FP-RV-a	12,85
dito, negativ	FN-RV-a	12,85
Ausgabe 5/78		
Digitalmeter-Meßmodul	FN-DM-a	19,50
Gleichspannungsvorsatz zum Digitalmeter	FN-DM-b	9,15
Ausgabe 7/78		
Ohmmeter-Vorsatz zum DM	FN-DM-c	10,20
Ausgabe 3/79		
Rumpelfilter-Modul	FP-DF-a	12,35
dito, negativ	FN-DF-a	12,35
Ausgabe 5/79		
Mischmodul	FP-MV-a	11,80
dito, negativ	FN-MV-a	11,80

P.E. Print- und Front-Shop

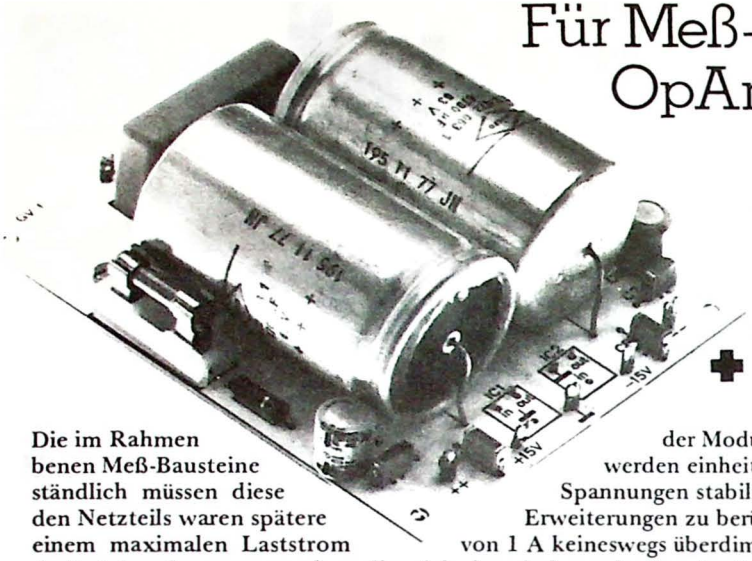
Printvertrieb für die Schweiz:
SMS - Elektronik, Köllikerstr. 121,
CH - 5014, Gretzenbach,
Tel. 064/41 23 61

Lieferung erfolgt nach Einsendung eines Schecks oder gegen Vorauszahlung auf Postscheckkonto
Hamburg, 33 22 87 — 208
M + P Zeitschriften Verlag

Printvertrieb für Österreich:
Messner & Co., Liebhartsgasse 1,
A - 1160 Wien,
Tel. 0222/92 54 88, 95 12 65

Für Meß-Module und OpAmp-Schaltungen:

Dual-Netzteil +15V/-15V



Die im Rahmen der Modulserie 2: „Modularer Meßplatz" beschriebenen Meß-Bausteine werden einheitlich mit +15 V/−15 V gespeist. Selbstverständlich müssen diese Spannungen stabilisiert sein. Bei der Auslegung eines passenden Netzteils waren spätere Erweiterungen zu berücksichtigen, deshalb ist die Schaltung mit einem maximalen Laststrom von 1 A keineswegs überdimensioniert. Zur Stabilisierung dienen zwei dreibeinige Spannungsregler, die sich inzwischen als Standardbauelemente auch für den Hobbybereich durchgesetzt haben. Die Schaltung ist somit besonders einfach nachzubauen.

Funktionen der Bauelemente

Zum Funktionsprinzip der Schaltung zählen in Bild 1 der Transformator, die vier zu einem Brückengleichrichter zusammengeschalteten Dioden, die Kondensatoren C1 und C5 sowie natürlich die Spannungsregler IC1, IC2.

Am Kondensator C1 entsteht eine gegen Masse positive, geglättete Gleichspannung, an C5 ist es eine gegen Masse negative Spannung. Diese Spannungen sind um einige Volt höher, als die Ausgangsspannung der Festspannungsregler, die hier, wie die beiden letzten Ziffern der Typenbezeichnung besagen,

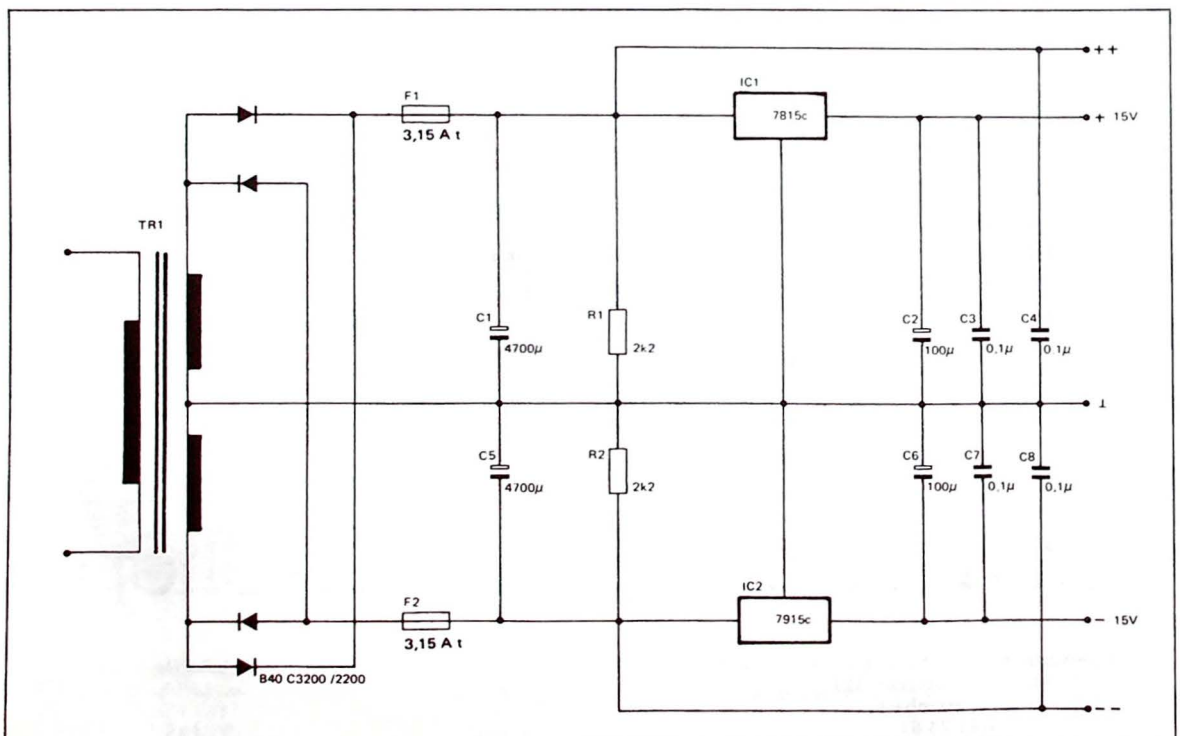
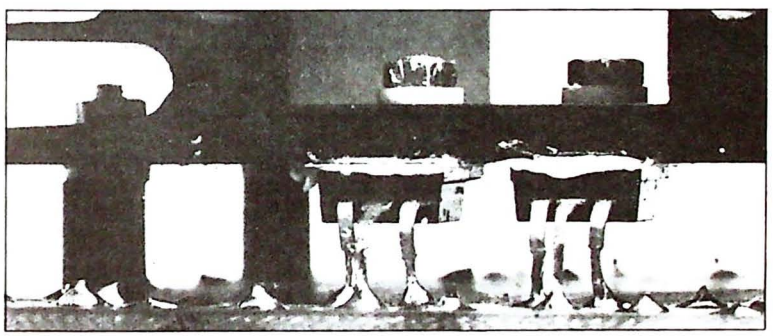


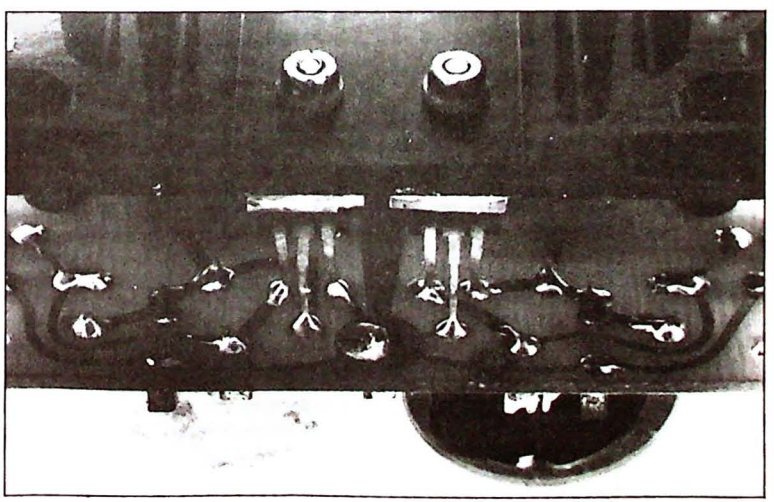
Bild 1. *Die dreibeinigen Spannungsregler-ICs sind die einzigen besonderen Bauelemente. Der Rest ist „Standard-Elektronik."*

Baukosten-Voranschlag

DM 65,-

15 V-Typen sind.
Die ICs enthalten die gesamte Elektronik für eine hervorragende Stabilisierung ihrer Ausgangsspannung gegen Schwankungen der Eingangsspannung und des Laststroms, außerdem haben sie eine „eingebaute" Strombegrenzung, die bei Kurzschluß und Überstrom (es sind hier 1 A-Typen) in Aktion tritt. Die Nennausgangsspannung von 15 V braucht man nirgendwo einzustellen, das IC ist fest auf diese Werte „programmiert".
Außer den IC-Ausgängen sind zwei weitere Punkte der Schaltung herausgeführt, nämlich die unstabilisierten Spannungen über C1 und C5. Sie dienen zusammen mit den stabilisierten Spannungen zur Stromversorgung des in dieser Ausgabe beschriebenen Netzgerätes in Modultechnik.
Das ist auch der Grund dafür, warum bei dem Laborprototyp ein Trafo mit den Daten 2x18 V/2 A verwendet wurde, wie er auch in der Stückliste steht. Für die Stromversorgung der Module, einschließlich etwaiger Erweiterungen, reicht nämlich 1 A je Wicklung, wer jedoch das erwähnte Netzgerät bauen will, braucht einen Typ mit 2 A je Wicklung. Es sei hier darauf hingewiesen, daß sich der Trafo, wie er im Netzteil des Puzzle-Verstärkers verwendet wird, auch für diese Schaltung eignet.
Die beiden Sekundärwicklungen des Trafos sind in Reihe geschaltet, der gemeinsame Anschluß beider Wicklungen ist in der Schaltung die Masse, also der Bezugspunkt für die positive und die negative Speisespannung.
Wer sich aus Anlaß der in dieser Ausgabe beginnenden Serie „Netzteile allgemein" mit der Funktionsweise der hier gezeigten Gleichrichterschaltung beschäftigt, sei vorsorglich darauf hingewiesen, daß hier zwar ein Brückengleichrichter verwendet wird, daß es sich aber um eine doppelt ausgeführte Zweiweggleichrichterschaltung für Trafos mit Mittelanzapfung handelt. Die in der Brücke enthaltenen Dioden D2, D3 sind für die positiven Halbwellen an den äußeren Anschlüssen des Trafos zuständig, D1 und D4 für die negativen. Abweichend von der Zweiweggleichrichtung, die mit zwei Dioden nur eine Spannung erzeugt, werden hier, da außer einer positiven auch eine negative Spannung benötigt wird, beide Halbwellen der Wechselspannung genutzt.
Da die sonst in P.E. verwendeten Dioden des Typs 1N4004 oder 1N4007 nur 1 Ampere können, mußte auf einen gängigen Brückengleichrichter ausgewichen werden. Der Typ B 40/C 3200 (Siemens) kann als gängig gelten, jedoch sind auch ähnliche Ausführungen mit anderer Anschlußbelegung im Handel. Also aufpassen!
Die beiden Sicherungen sind klar, aber was sollen die Widerstände R1, R2 parallel zu den Elkos C1, C5? Sie bilden eine Last, die beim Ausschalten der Netzspannung für eine definierte, schnelle Entladung der Elkos sorgt.
Bei den ICs ist darauf zu achten, daß man Typen mit dem großen C hinter der Zahl bekommt. Dieser Buchstabe gibt die Gehäuseform (TO-220) an, auf die der mechanische Aufbau des Netzteils zugeschnitten ist.





Stückliste

WIDERSTÄNDE 1/4 Watt, 5%

R1, R2 = 2,2 k-Ohm

KONDENSATOREN

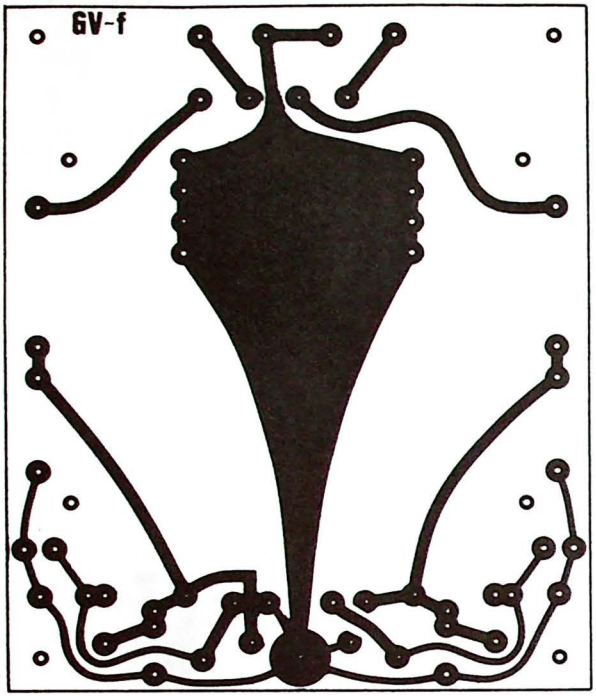
C1, C5 = 4700 µF, 40 V, lieg. Ausf., RM max 70
C2, C6 = 100 µF, 25 V, RM 5
C3, C4, C7
C8 = 100 nF, z.B. Siem. MKH, RM 7,5

HALBLEITER

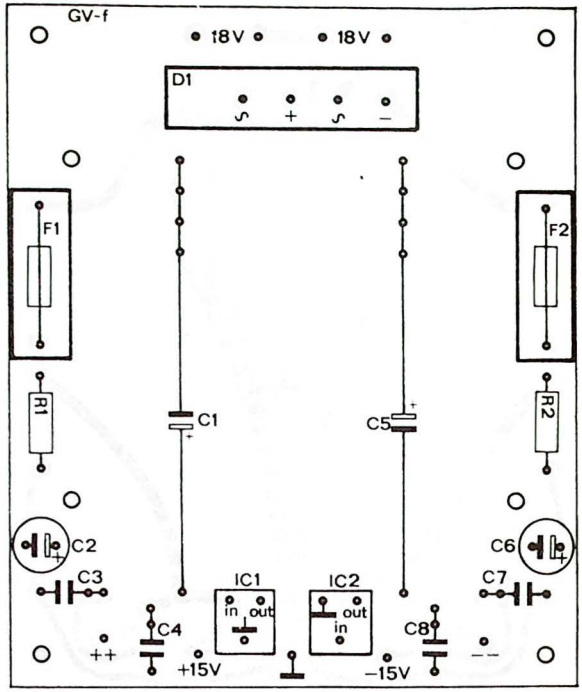
D1 = B40 C 3200/2200, Raster s. Bestückungsplan
IC1 = 7815 (TO-220)
IC2 = 7915 (TO-220)

SONSTIGES

Tr1 = Trafo 2 x 18 V, 2 x 2 A, Kern EI 78/40,5
2 x Feinsicherung 3,15 A träge
2 x Sicherungshalter RM 22,5
9 x Lötstifte RTM
9 x Steckschuhe RF
1 x Kühlkörper SK 08, 75 mm, schwarz elox., (Fischer)
2 x Iso.-Garnitur für TO-220
4 x Zyl.-Kopf-Schr. M3x50
4 x Zyl.-Kopf-Schr. M3x20
2 x Zyl.-Kopf-Schr. M3x10
10 x Muttern M3
4 x Abstandsröhrchen 10 mm
4 x Abstandsröhrchen 40 mm
4 x Zyl.-Kopf-Schr. M4x10
4 x Muttern M4
2 x U-Scheibe 3 mm
1 x Print nach Bild 2/3



2



3

An den Ausgängen der ICs liegen die üblichen Kondensatoren, die für eine stabile Arbeitsweise der Regler sorgen.

Print-Bestückung

Bild 2 zeigt das Printlayout für „Selbstprinter", Bild 3 gibt den Bestückungsplan an.
Sind die neun Lötstifte eingelötet, dann geht es mit den MKH- (oder MKM-) Kondensatoren weiter. Die weitere Reihenfolge der Bestückung lautet: Printelkos, Sicherungshalter, große Elkos und Brückengleichrichter. Die ICs kommen noch nicht dran, ihre Montage hängt mit dem Komplex

Kühlkörper

zusammen. Hier wurde auf den Typ SK 08 mit einer Länge von 75 mm zurückgegriffen. Ein solches Profil muß mit den erforderlichen Bohrungen versehen werden, deshalb gibt Bild 4 den Bohrplan an.
Sind die Bohrlöcher sauber entgratet (das ist sehr, sehr wichtig), beginnt die Montage der ICs. Das geht nicht so ohne weiteres, denn die Metallfahne ist mit

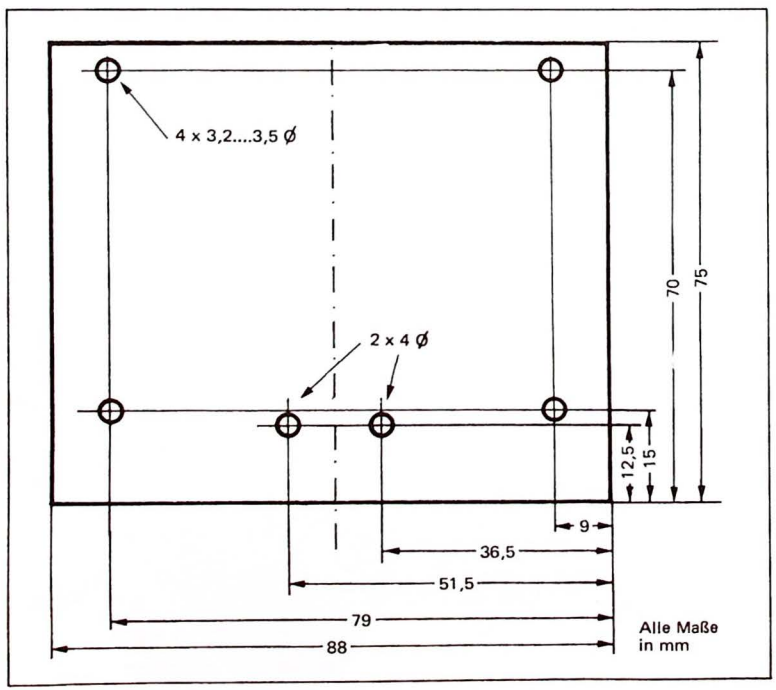


Bild 4. *Bohrplan des Kühlkörpers, der beim Modul-Netzteil (Seite 24) identisch ist.*

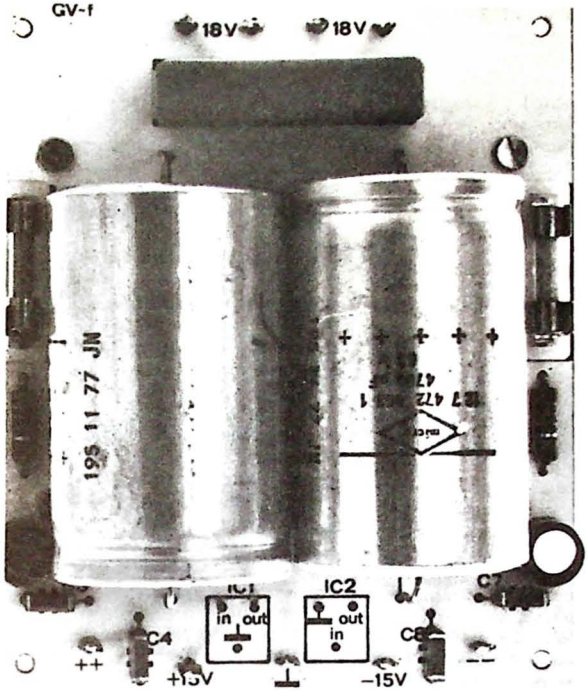


Bild 2, Bild 3. *Printlayout und Bestükkungsplan für das Netzteil zur Stromversorgung der P.E.-Meßmodule. Die Abmessungen des Prints wurden so gewählt, daß er auf eine Platte an der Rückseite des bereits früher vorgeschlagenen Alu-Profilholm-Gehäuses angebracht werden kann.*

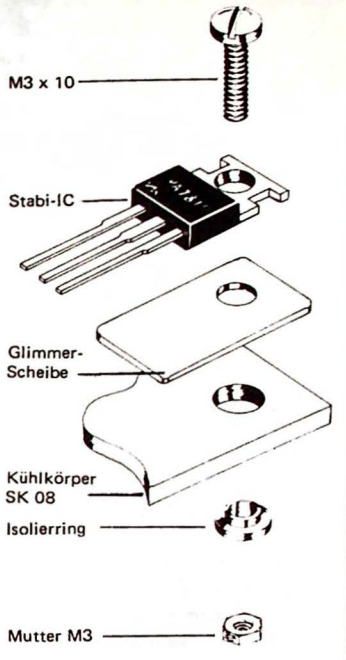


Bild 5. *Bei dieser Reihenschaltung dürfen die einzelnen Bauelemente nicht vertauscht werden.*

dem mittleren Anschluß leitend verbunden. Beim positiven Regler 7815 liegt der Masseanschluß am mittleren Pin, beim negativen 7915 ist es der Eingangsanschluß. Ohne Isolierung der ICs käme bei der Montage ein vorbildlicher Kurzschluß zustande. Für isolierten Einbau von Bauelementen im TO-220-Gehäuse gibt es fertige Isoliergarnituren, eine solche Garnitur besteht aus einer Glimmerscheibe und einem Kunststoffring mit kurzem, zylinderförmigem Ansatz.

Bild 5 zeigt die Reihenschaltung der mechanischen Bauteile, dabei fehlt, wenn man ganz exakt ist, eine Unterlegscheibe zwischen Isolierring und Mutter. Zur besseren Wärmeableitung empfiehlt es sich, die Glimmerscheibe vorher mit Wärmeleitpaste zu bestreichen. Die Zeichnung in Bild 5 und die Detailfotos der montierten ICs geben soviel Informationen, daß die Beschreibung der einzelnen Montageschritte überflüssig sein dürfte. Man sollte jedoch genau kontrollieren, daß die ICs an den richtigen Stellen sitzen und nicht vertauscht, denn die Rollen lassen sich nicht vertauschen.

Mit einem Durchgangsprüfer läßt sich die Isolation feststellen, indem man am besten alle sechs Anschlüsse gegen den Kühlkörper mißt (nicht auf der schwarzeloxierten Oberfläche, sondern an der Innenwand eines Bohrloches). Der Durchgangsprüfer oder das auf Ohmmessung geschaltete Vielfachinstrument muß „Widerstand unendlich" zeigen.

Für die Montage des Kühlkörpers auf dem Print sind erforderlich: 4 Schrauben M3x20, 4 Muttern M3 und 4 Abstandsröhrchen 10 mm. Die Verbindung ist erst vollständig, wenn auch die Anschlüsse der ICs (auf der Kupferseite des Prints) an den vorgesehenen Stellen angelötet sind.

Gehäuseeinbau

Das Gerät, insbesondere der Netztrafo, sollen so weit wie möglich nach hinten in das Gehäuse kommen. Die Montage erfordert Abstandsröhrchen von 40 mm, die man aus Teillängen zusammensetzen kann.

Die in der Stückliste angegebenen M4-Schrauben und -Muttern dienen zum Befestigen des Trafos. Zwischen Trafo und Print sind vier Leitungen erforderlich, da für die Verbindung der beiden Sekundärwicklungen auf dem Print eine Kupferbahn vorgesehen ist. Die äußeren Anschlüsse des Prints sind mit den äußeren des Trafos zu verbinden, die inneren mit den inneren.

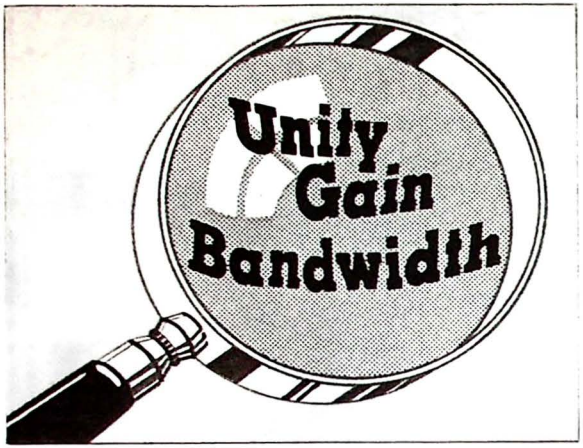
Abschließend verbindet man die Ausgänge +15 V, Masse und −15 V mit den gleichnamigen Anschlüssen des ersten Moduls.

Die herausgeführten unstabilisierten Spannungen werden nur benötigt, wenn das Netzteil nicht nur zur Speisung der Meßmodule, sondern auch zur Versorgung des in dieser Ausgabe beschriebenen „Netzgerätes in Modultechnik" dienen soll.

Im Übrigen ist nicht zu übersehen, daß ein Dual-Netzteil mit den Daten +15 V/ −15 V, 2 x 1A einen deutlichen „allgemeinen" Charakter hat. Insbesondere kann es völlig unabhängig von der P.E.-Modulserie zur Stromversorgung auch komplexerer OpAmpschaltungen herangezogen werden, solange seine Belastbarkeit ausreicht. Und das ist „lange", denn die Stromaufnahme der gängigen Operationsverstärker wie 709, 741 oder des bekannten Komparators 710 liegt bei einigen Milliampere.

Schließlich gibt es noch die Möglichkeit, die Schaltung „schwebend" aufzufassen und entsprechend, also ohne Verbindung zu irgendeiner Chassis-Masse aufzubauen. Betrachtet man dann z.B. den Minus-Pol als Masse, so steht am Plus-Pol eine hervorragend stabilisierte Spannung von 30 V mit einer Belastbarkeit von 1 A zur Verfügung.

Was bedeutet....?



„Elektronik zur Black-Box-Technik degradiert, Fachwissen wird überflüssig", so oder ähnlich lauteten die Unkenrufe, als abzusehen war, daß diskret aufgebaute Schaltungen in ständig steigendem Umfang von integrierten Schaltungen verdrängt würden. Inzwischen hat sich aber herausgestellt, daß eine gehörige Portion Wissen und Erfahrung über Innenleben und Verhaltensweisen der „kleinen schwarzen Dinger mit den Spinnenbeinen" erforderlich sind, um richtig mit ihnen umgehen zu können. Das gilt in besonderem Maß für einen integrierten Baustein, den Operationsverstärker, der heute in kaum übersehbarer Typenvielfalt zur Verfügung steht. Eine der vielen verhaltensbestimmenden Eigenschaften soll hier unter die Lupe genommen werden.

Eine Anmerkung vorweg: Steht man vor der Aufgabe, den richtigen Operationsverstärker (OpAmp) für einen bestimmten Anwendungsfall auszuwählen, dann gehören Datenblatt *und* Kurven auf den Tisch. Es genügt nicht, bei der Angabe über die Leerlaufverstärkung (Open Loop Gain) einen Wert von 80 dB abzulesen, wenn aus dem Datenblatt nicht hervorgeht, daß diese Angabe - wie üblich - für eine Frequenz von 1000 Hz gilt.

Sieht man sich nämlich die zugehörige Kurve (Bild 1) an, so stellt man sehr schnell fest, daß die Leerlaufspannungsverstärkung (V_u) beispielsweise bei der Frequenz 1 MHz auf 0 dB ($V_u = 1$) abgesunken ist.

Der Punkt, an dem die Kurve die 0 dB-Linie schneidet, vermittelt Erkenntnisse über die „Unity Gain Bandwidth", d.h. über diejenige Frequenz, bei der die Leerlaufverstärkung auf 1 abgesunken ist. Die Kurve macht deutlich, daß der OpAmp nur über einen relativ kleinen Frequenzbereich hinweg gleichmäßig (linear) verstärkt. Bei einer bestimmten Frequenz, der Eckfrequenz, knickt die Kurve ab, um zu einer steilen Rutschbahn für den Verstärkungsfaktor zu werden, der die waagerechte Linie im Koordinatensystem an einem bestimmten Punkt schneidet. Unterhalb dieses Unity Gain Punktes kehrt sich das Verhalten des Verstärkers um, der Verstärkungsfaktor erhält ein negatives Vorzeichen. Das bedeutet: Der Verstärker arbeitet ab hier als Abschwächer!

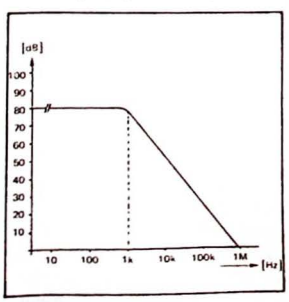


Bild 1. *Der Frequenzgang von OpAmps ist nur bis zu einer bestimmten Frequenz linear.*

Angaben über den Unity Gain Punkt findet man kaum in Tabellen, man muß sie eben aus den Kurven herauslesen.

Sucht man aber nach einem OpAmp, der ein möglichst breites Frequenzband gleichmäßig verstärkt - also nach einem Breitbandverstärker - so ist schon etwas mehr in den zugehörigen Tabellen zu finden, gemeint ist die Angabe über die Leistungsbandbreite (Gain Bandwidth). Ausgangspunkt der Fahndung soll ein OpAmp sein, dessen Steckbrief in Bild 2 idealisiert zu sehen ist; er soll bei 1 MHz noch voll mithalten können, und zwar mit 100facher Leerlaufverstärkung (40 dB).

Findet man einen OpAmp mit einer Bandbreite von z.B. 3 MHz, so wäre diese Angabe wenig aussagekräftig, denn die Aussage über das „Wieviel" Verstärkung bei dieser Frequenz gehört unbedingt dazu. Daher muß es heißen: Leistungsbandbreite 3 MHz bei Verstärkung 40 dB.

Aber auch diese Angabe ist mit Vorsicht zu genießen, genau genommen wird nämlich mit der Eckfrequenz 3 MHz schon derjenige Punkt auf der „Rutschbahn" bezeichnet, bei dem die Leerlaufverstärkung um 3 dB abgesunken ist. Der vergrößerte Ausschnitt in Bild 3 soll das verdeutlichen.

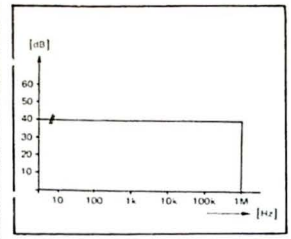


Bild 2. *Frequenzgang eines idealen 40 dB-OpAmps mit einer Leistungsbandbreite (Gain Bandwidth) von 1 MHz.*

Der Bereich zwischen der Gain Bandwidth und der Unity Gain Bandwidth ist nutzbar, jedoch nur in solchen Schaltungen, deren Verstärkungsfaktor entsprechend niedriger ist.

Hat man also einen OpAmp gefunden, der den oben skizzierten Daten entspricht, so wäre die Fahndung von Erfolg gekrönt. Theoretiker könnten einwenden, daß der „Gesuchte" genau genommen doch eine Nummer zu groß ist. Er täte es ja bis 3 MHz, wo doch nur 1 MHz verlangt wird. Der Praktiker aber verfährt stets nach der Regel: Es muß noch „Luft drin" sein. Sein bestes Argument ist der 3 dB-Abfall bei der Eckfrequenz, zudem gibt es in den Tabellen drei Spalten, deren Überschriften „min.", „typ." und „max." lauten. Verbindlich sind nur die Minimalwerte. Typische Werte sind Mittelwerte, sie beziehen sich auf eine größere Produktionsmenge, und Maximalwerte können von einigen Exemplaren erreicht werden, sie sind aber keineswegs garantiert.

Abschließend noch folgender Hinweis: Unity Gain Bandwidth und Gain Bandwidth sind nur zwei der Kriterien, die bei der Auswahl eines OpAmps zu berücksichtigen sind.

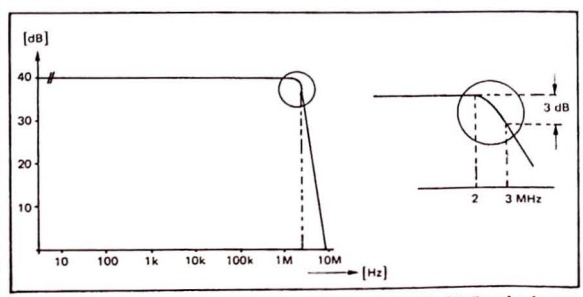


Bild 3. *Die Leistungsbandbreite wird auf den 3 dB-Punkt bezogen. Wie der Ausschnitt rechts zeigt, ist die tatsächliche Leistungsbandbreite in diesem Beispiel um ca. 1 MHz (!) geringer.*

TEKO Kleingehäuse

Neues, wesentlich erweitertes Programm!

Für elektrische oder elektronische Bausteine/Geräte aller Art. Insgesamt 14 Serien aus ABS-Kunststoff, Alu oder Eisenblech. In bewährter Größenstufung. Verlangen Sie bitte den neuesten Katalog!

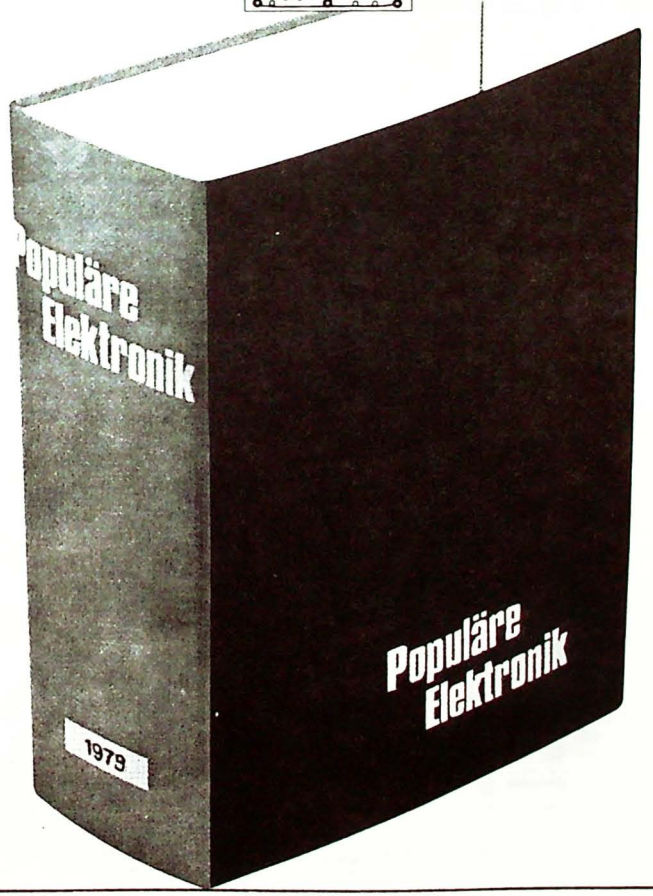
Erwin Scheicher, Kreillerstr. 36, 8000 München 80, Tel. (089) 43 93 43

Funkkatalog kostenlos!

Funkgeräte und Zubehör für Hobby- und Amateurfunk. Preisbeispiel: ***Autofunkgerät,*** *genehmigungsfrei,* ***nur DM 148,–***

Weber-Funk 2800 Bremen 34/MG

Der "Neue" für Populäre Elektronik



Ab sofort kann man den neuen Sammelordner für 1979 bestellen.

Das neue Format beträgt 22,5 cm breit, 29 cm hoch und ca. 5,5 cm tief. Damit können Sie PE von Anfang an in diesem stabilen und praktischen Ordner aufbewahren. Und zwar alle 12 Hefte eines Jahrgangs.

Also nicht vergessen:

Den stabilen und repräsentativen Sammelordner in roter Farbe gleich bestellen. Lieferung in ca. 4-5 Wochen. Für nur DM 11,80 im großen Format, inklusive Porto und Verpackung. Bitte untenstehenden Coupon benutzen:

Populäre Elektronik
Abt. Sammelordner
Steindamm 63
2000 Hamburg 1

Ich bestelle.....Sammelordner zu DM 11,80 p. Stück

Zahlung:

☐ mit Briefmarken anbei

☐ per Scheck

☐ per Postscheck auf Kto. 2916 26-509 Köln M+P Zeitschriften Verlag

Name: .....

Anschrift: .....

.....

SONDERANGEBOT !

HI-FI STEREO AMPLIFIER

mod. BF 378

160 Watt HiFi-Studio-Stereoverstärker, 1 Jahr Garantie!

ab Lager lieferbar!
BF 378 . . . . . DM 299,95
ab 3 Stck a . . . . . DM 290,00

Technische Daten
Musikleistung 1,10 W
Sinusleistung 2 x 50 W
Klirrfaktor: 0,2%
Intermodulatie distortion: 0,2%
Frequenz: 15-30.000 Hz ± 1 dB
Signal/noise relationship: 65 dB
Schutz gegen Kurzschluß durch eingebaute Schutzsicherungen im Lautsprecher-Stromkreis

Eingänge: Phono magnet. tuner, Aux 1+2, Tape cinch und Dioden (RCA + PENTA)
Ausgänge: Tape RCA+PENTA, Stereo-Kopfhörer, 2 Steckeranschlüsse 220 V 50-60 Hz, 2 paar Lautsprecher A+B
Controls: Lautstärke 1 dB, Balance, Treble, Bass, Loudness filter, Rumble filter, Scratch filter, Mono/Stereo, Muting ./. 20 dB
Power supply: 220 V, Maße: 365 x 275 x 125 mm

Akustischer Schalter (Geräuschschalter) Empfindlichkeit einstellbar auf div. Geräusche (z.B. Klatschen usw.) oder auf Signale des mitgelief. Pfeiftongebers, Netzanschl. 220 W. Man kann Geräte wie Fernseher, Licht, Tonband usw. bis max. 500 W anschließen.

Klatschschalter kpl. á **36,35** ab 10 Stück . . . á **28,—**
ab 3 Stück . . . . . á **34,35**

NN 35 Netzteil stufenlos regelbar von 0-35 V und der Strom von 1 mA-2 A, mit 2 Potentiometern. Die Regelung erfolgt durch das Spannungsregler IC 723 mit 2 nachgeschalteten Leistungstransistoren. Die beiden Potis für Spannung und Strom befinden sich auf der Platine.
Platine 13 x 7 cm. Mit dem Stromregler kann man einen bestimmten Strom einstellen. Übersteigt der Ausgangsstrom den eingestellten Wert, so schaltet das Gerät ab.
Bausatz NN 35 . . . . . DM 32,95
Netztrafo 2 A . . . . . DM 14,95
Bausatz NN 35 mit Gehäuse komplett und Instrumenten . . . . . DM 109,95
Gehäuse, leer, komplett gestanzt und bedruck (22 x 15 x 9 cm) . . . . . DM 37,50
Fertiggerät NN 35 im Gehäuse . . . . . DM 149,50

NETZTEIL 0 – 50 V

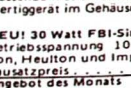
stufenlos regelbar, Strom max. 3,5 A, schaltet bei Kurzschluß durch einen Thyristor ab, hochkonstant durch temperaturkompensierte Referenzspannungsquelle. Änderung der Ausgangsspannung von 0 auf Vollast nur 0,005%!

Einführungspreis, Bausatz . . . . . DM 44,95
Netztrafo passend . . . . . DM 32,95

Passendes Gehäuse mit samtlichen Bohrungen, beschrifteter Frontplatte . . . . . DM 49,95

Passende Instrumente 50 V, 3 A . . . . . á DM 19,95
Fertiggerät im Gehäuse . . . . . DM 199,95

NEU! 30 Watt FBI-Sirene
Betriebsspannung 10 -25 V, auf- und abschwellender Ton, Heulton und Impulston einstellbar
Bausatzpreis . . . . . DM 16,95
Angebot des Monats
10 Kanallauflicht, 10 x 500 W Ausgänge, mit Netzteil, umschaltbar auf 4-6-8-10 Kanallauflicht.
Bausatz . . . . . DM 29,95



LD 42, 4-Kanal-Digitallichtorgel mit Selbststeuerung, Pauselicht, 3 Regler für Empfindlichkeit, Lauflichtgeschwindigkeit und Umschaltung Digit-Duallauflicht. Bei Mittelstellung ergibt sich die Variante: Lauflicht mit Musikansteuerung. Triacsteuerung, pro Kanal 1000 W Spitze belastbar, mit Netzteil, Knöpfen, usw.
Bausatz LD 42, 4-Kanal . . . . . DM 76,—
Fertigbaustein LO 42 . . . . . DM 89,—
Passendes Gehäuse . . . . . DM 9,50
Fertiggerät LO 42 . . . . . DM 169,—

LOB 3/1000 AV, eine 3-Kanal-Lichtorgel mit einer Leistung von 3x 1000 W/220 V. 3 Regler für die einzelnen Kanäle, 1 Volumenregler. Diese Ausführung besitzt eine hervorragende Kanaltrennung, da jeder Kanal einen aktiven RC-Filter eingebaut hat. Dadurch wird eine fast unerreichte Kanaltrennung der tiefen, mittleren und hohen Frequenzen erreicht. Der NF-Eingang wird zusätzlich durch einen Transistor verstärkt. Dadurch hat diese Lichtorgel eine Eingangsempfindlichkeit von ca. 0,1 W, das bedeutet, daß ein Cassettenrecorder zur Aussteuerung voll genugt. Durch die eingebaute NF-Automatik entfällt das Nachregeln der Kanäle bei schwankender Musiklautstärke.

Bausatz LOB 3/1000 AV . . . . . DM 42,50
Fertigbaustein 3/1000 AV . . . . . DM 54,—
Passendes Gehäuse mit Frontplatte . . . . DM 9,50

LO 96, Lichtorgel wie 3/1000 AV, jedoch mit gestanztem Gehäuse, Steckdosen, Netzkabel, NF-Buchse, Knopfen usw.
Bausatz LO 96 **DM 65,—** Fertiggerat LO 96 **DM 96,50**

LIGHT 2000
Das Lichtsteuergerat Light 2000, das Gerat der Superlative. Das 4-kanalige Gerat hat eine garantierte Ausgangsleistung von je 2000 Watt. Dieses ist konzipiert für extremsten Dauerbetrieb in Discotheken, bei Kapellen, und naturlich auch fur den privaten Gebrauch, ein Lichtsteuergerat, das keine Wünsche offen läßt. Auf Lebensdauer und Storanfalligkeit wurde bei der Entwicklung strengstens geachtet.
Das Gerat Light 2000 hat folgende Betriebsvariationen:
a) analoge Lichtorgel (frequenzselektiv)
b) 4-Kanal-Digitallichtorgel
c) 4-Kanallauflicht
d) 4-Kanallauflicht invertierbar (Lampen werden nacheinander dunkel)
e) 4-Kanallauflicht normal und invertiert im gleichzeitigen Betrieb.
f) samtliche 4 Kanale konnen bei den oben aufgefuhrten Betriebsarten gedimmert werden.
Die Funktionen a-e werden mit dem Tastensatz umgeschaltet. Die Lichtorgel besteht aus der Grundplatine, auf die samtliche Baugruppen a-e aufgesteckt werden. Die Verbindungen werden mit hochwertigen AMP-Steckverbinder hergestellt. Das Gerat wird am Lautsprecher angeschlossen, hat am Eingang einen Operationsverstarker mit Automatik bei schwankender Lautstarke. Die 3 Regler gehoren zum einstellen der Eingangsempfindlichkeit, Lauflichtgeschwindigkeit und Dimmer.
Das Light 2000 arbeitet mit Nullpunktsteuerung, dadurch entfallen die Anstieg- und Abfallflanken bei der Triacansteuerung. Somit ist ein vollkommen storungsfreier Betrieb moglich. Jegliche Arten von Funkenstörung entfällt hiermit. Das Netzteil ist stabilisiert und samtliche Bauteile inkl. dem Netztrafo befinden sich auf der Platine.
Bestückung: 22 IC, 10 Transistoren, 4 Triacs, usw. Platine 28 x 14 cm (Grundplatine).

Bausatz LIGHT 2000 komplett . . . . . DM 249,—
Fertigbaustein LIGHT 2000 . . . . . DM 298,—

Platinensatz (5-teilig) mit 13-seitiger Beschreibung und Oszillogrammen . . . . . DM 38,—

Passendes Gehäuse komplett gelocht und mit beschrifteter Frontplatte . . . . . DM 98,95

LIGHT 2000 betriebsbereit im Gehäuse mit eingebauten Steckdosen . . . . . DM 598,—

Schwarzlicht
Lampe, 220 V~, 75 W Fassung E27 normal, kein Vorschaltgerät erforderlich . . . . . **DM 3,88**
Ab **DM 8,85**

Comptalux color, Reflektorlampe, Preßglaskolben, verspiegelt, 100 W, Sockel E27, in den Farben Rot, Gelb, Grün, Blau . . . . . **DM 9,90**
ab 10 St., farbig á **DM 8,95**

Große farbige Reflektorlampe, 40 W, E 27-Fassung in den Farben: Rot/Blau/Grün/Gelb/Violett u. Weiß . . **DM 5,95**
ab 10 Stück . . . . . a **DM 4,95**

AFS-Strahlerfassung, allseitig schwenkbar, Fassung Alu, Fuß Kunststoff, für Decken- oder Wandmontage . **DM 9,95**
E 27 . . . . . ab 10 Stück á **DM 8,95**

NN 22/6 Ein Netzgerät von 0 - 22 V stufenlos regelbar. Der Ausgangsstrom kann von 0 - 6 A betragen. Ein ideales Netzgerät für Funkgeräte, zum Batterieladen, usw.

Bausatz 22/6 komplett mit. Hochleistungskühlkörper . . . . . **DM 29,95**
Passender Netztrafo 22/6 A . . . . . **DM 24,95**
Passendes Gehäuse mit gelochter Frontplatte . . . . . **DM 49,95**
Passende Einbauinstrumente 30 V und 5 A . . **DM 19,95**

MPX 4000 in Stereoausführung. Ein 4-Kanalmischpult mit 2 Magneteingängen, 1 Tonbandeingang und 1 Mikrofoneingang mit Höhen-Tiefenregelung zur optimalen Anpassung der Mikrofone und der Stimme. Die 2 Magneteingange schalten automatisch auf Kristalleingang um bei Anschluß eines Kristallplattenspielers. Auf der Platine befindet sich ein eingebautes Netzteil. Bestuckung: 8IC. Frequenzgang: 10Hz-28KHZ. Klirrfaktor kleiner 0,15%.
Eingange: 2x Magneteingang 2mV- 200mV.
1x Mikrofoneingang 2mV - 20mV.
1x Tonbandeingang 200mV.
Die Hohen-Tiefenregelung des Mikrofoneinganges beträgt + 18 dB. Das MPX 4000 kann als einbau- oder als Standgerat Verwendung finden.
Bausatz MPX 4000 . . . . . DM 49,95

Sonder angebot – *Besonders preiswert!!*

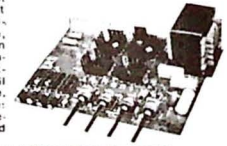
Koax-Kolbenlautsprecher „SP-500 X" (DF-12-HC-4), in verbesserter Ausführung, mit sehr gutem Wirkungsgrad für kleine und mittlere Hi-Fi-Boxen. Breitband mit eingeb. Hochtonkegel — daher gesamter Freq.-Bereich 30–20 000 Hz. Imp. 8 Ω, Belastbarkeit 20 W (max. 25 W, in geschl. Box, 5—10 l). Maße: 130 x 130 mm. Schallöffnung 110 mm ⌀. nur St **DM 14,25**
ab 10 Stück á **DM 13,95**

LP 175/19 4 OHM Frequenzbereich 20 Hz-20 Khz, Belastbarkeit max. 25 W, Korbdurchmesser 17,65 cm, Schallöffnung 16,0 cm. Ein HiFi Breitbandlautsprecher von excellenter Qualität und Preiswurdigkeit, mit eingebautem Hochtonkegel.
LP 175/19 a . . . DM 14,95
ab 10 Stck. a . . DM 13,95

LPT 130/2 HiFi-Tieftonlautsprecher 35/50 W, Frequenzbereich 40 Hz - 10 Khz, 4 Ohm, Durchmesser 13 cm, Schalloffnung 11,6 cm.
LPT 130 a . . . . DM 18,95
LPT 130 ab 10 Stck, a . . . . . DM 17,55

LED-HERRENUHR 6 Funktionen, mit Metallarmband, verstellbar, Stunden, Minuten, Sekunden, Monat, Tag, Wochentagsanzeige. 1 Jahr Garantie (nicht auf Batterien).
1 Stck. . . . . DM 24,95

HiFi - Stereo Verstärker TVV 4000



Ein Stereoverstärker der Spitzenklasse in Kompaktform. Bei diesem Verstärker gibt es keine schwierigen Abgleich- und Einstellarbeiten, keine falsch angeschlossenen Tastensätze, keine falsch angelöteten Buchsen, usw. Samtliche Bauteile inkl. Netzteil befinden sich auf der Platine. 4 umschaltbare Eingange: Mikrofon, Magnetplattenspieler, Kristallplattenspieler und Tonbandtuner oder Tuner.
2 x 40 W Ausgangsleistung 18 - 2400 Hz Klirrfaktor kleiner 0,2 % Hohen - Tiefenregelung ± 18 dB, Lautsprecherausgang 4 - 8 OHM, Trafospannung 2 x 16 V, Intermodulation 0,1 %
Bausatz TVV 4000 . . . . . DM 99,00;
Passender Netztrafo . . . . . DM 22,95;
Passendes Alugehäuse, schwarz eloxiert, bedruckte und gelochte Front- und Ruckseite, mitsamtlichen Bohrungen versehen . . . . . DM 49,95

WA 7700
200 W HiFi-Stereo-Verstärker, 2 x 100 W Musik, 2 x 70 W Sinus, 4 , 10-60.000 Hz, Phono mag., Tuner, Aux., 2 x Tape.
DM 359,-

WT 7700
HiFi - Stereo - Tuner, UKW, MW. Empfindlichkeit 1,9 uV. Hi-Blendschalter.
DM 299,-

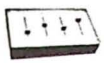
EM-103 L EM 103 H
. . . . . DM 29,95

OMNI-DIRECTIONAL
ELECTRET CONDENSER MICROPHONE

Sensitivity	: L-65 db H-45 db at 1,000 HZ
Response	: 30-18,000 HZ
Impedance	: L 600 H 50 k
Power supply	: 1,5 V (UM-3)
Dimensions	: 22 o x 170 m/n
Weights	: 300 g
Material	: Aluminium
Cable	: 6 m
Accessories	: Mike holder, wind screen

Autouhr 12 V

- Quarz Oszillator max. b
- Quarz Oszillator max. ± 15 sec./Monat
- Grüne 13 mm Anzeige mit Dimmer
- Anzeigeabschaltung über Zündschloß
- DO — IT — YOURSELF Ein- oder Unterbau



DISCO-LICHTORGEL 10, 3-Kanal-Lichtorgel, Baugruppe LOB 3/1000 AV, jedoch mit Schieberegler, mit Pultgehäuse, das komplett gestanzt und beschriftet ist, 3 Schukosteckdosen an der Rückseite, 3adriges Netzkabel. Gehäuse 215 x 130 x 75.
Bausatz DISCO-LICHTORGEL . . . . . DM 77,85
Fertiggerät Disco 10 . . . . . DM 128,—

Kojak-Horn
Elektronische Sirene im Druckkammerlautsprecher mit kraftvollen auf- und abschwellendem Tonintervall. Durch besonders starke Endstufe wird ein Schalldruck von 95 Phon/1m erreicht. Frequenz 500-2000 Hz, Signaldauer 0,7 sek. pro Impuls. Maße: 130 mm ø, Länge 170 mm, Spannung 12 V DC, Wetterfeste Ausführung durch Spezialschutzfilm. 29,95

TRIAC-BLINKLICHT Lichtpulser Stroboskop für normale 220-V-Glühlampen bis 500 W belastbar.
Bausatz Lichtpulser . . . . DM 15,50

20 W Edwin mit Klangregelteil, 20 W sin., 20 Hz-20 kHz, 0,5% Klirrfaktor, Höhen-Tiefenregelung ± 18 dB.

Bausatz 20 W Edwin mit Potis Mono . . . . . DM 29,75
Bausatz 20 W Edwin mit Potis Stereo . . . . . DM 59,50
Fertigbaustein 20 W Edwin mit Potis . . . . . DM 39,95
Netzteil Mono und Stereo . . . . . DM 22,50
Stereoentzerrer für 20 W Edwin . . . . . DM 14,90

30-W-Hi-Fi-Endstufe TE 30
Hi-Fi-30-W-Sinus-Endstufe, 20 bis 20 kHz, 0,8%, 1 V/50 K, Betriebssp. 30-40 V, 7 Halbleiter, NTC usw.
Bausatz TE 30 DM 29,85
2 Stück . . . . . DM 55,—
Mononetzteil . DM 22,50
Stereonetzteil . DM 28,50

40-W-Edwin-Endstufe, 1000fach bewährt, kurzschlußfest, keine Ruhestromeinstellung, 25 Hz-1,2 MHz, 0,1% Klirrfaktor, 1 V/50 kΩ, Betriebsspannung 42 V.
Bausatz 40 W Edwin DM 39,50 2 Stück . . . DM 77,—
Mononetzteil . . . . . DM 34,50
Stereonetzteil . . . . . DM 45,50

100-W-EQUA-Verstärker, 20 Hz-60 kHz, Klirrfaktor kleiner 0,07%!, dauerkurzschlußsicher, Betriebsspannung 60-80 V, 14 Halbleiter, Hochleistungskuhlkorper, U eing. 0,5 V.
100-W-Endstufe EQUA 100, Bausatz . . . . . DM 55,—
Fertigbaustein EQUA 100, geprüft . . . . . DM 88,—

Mononetzteil DM 52,— Stereonetzteil DM 74,—

Hochwert-Stereo-Verstärker 100.
Stereo-Vorverstärker f. sämtliche Endstufen geeignet 4 umschaltbare Eingange für Tonband, Tuner, magn. Plattenspieler, frei. Lautstärke-, Höhen-, Tiefen-, Balanceregler u. Drucktasten auf der Platine. Höhen-Tiefenregelung ± 20 dB, 15-70 kHz, 25-60 V.
Bausatz Vorverstärker 100 mit Potis und Tasten DM 59,50

Klangfilterplatine KBK
4 Tasten für Rausch-Rumpel-Sprache, Basisbreite, Poti für Basisbreite, mit Kopfhörerausgang, 14 Halbleiter.
Bausatz KBK . . . . . DM 33,95

STROBO 100 Lichtblitzstroboskop 100 W/sek. betriebsbereit im Gehäuse mit Netzkabel, Geschwindigkeitsregler, komplett! DM . . 29,95

SCHUBERTH
electronic-Versand
8660 Münchberg
Postfach 260 · Tel. 09251/6393
Gesamtkatalog '79 (300 Seiten) gegen 5,- DM. Sonderliste kostenlos.

Ihr Schaltungswunsch in P.E.!

P.E. praktiziert Mitbestimmung für aktive Freizeitelektroniker! Wie funktioniert das?
In jeder Ausgabe von Populäre Elektronik finden Sie eine vorgedruckte Karte zum Abtrennen. Auf der Rückseite tragen Sie fünf Schaltungswünsche ein. Freimachen und abschicken – das ist alles. Wenn Sie Nochnichtabonnent sind und ein Abo bestellen, stecken Sie die Hitparadekarte zu der Abo-Bestellung in einen Umschlag, der mit DM 0,60 frankiert wird. Dann sind Sie für ganze 10 Pfennige auch in der Hitparade dabei.
Auf Platz 7 der letzten Liste stand der Grundlagenbeitrag „Netzteile allgemein", dessen erste Folge in dieser Ausgabe zu finden ist.

1.	Kurzwellen-Empfänger	2416
2.	Modellbahn-Elektronik	2078
3.	Ultraschall-Einbruchalarm	1921
4.	Thermometer	1901
5.	Ladegerät für NiCd-Akkus	1896
6.	Klangeinsteller in Modultechnik	1747
7.	Vorverstärker in Modultechnik	1249
8.	RLC-Meter	1114
9.	UKW-Empfänger	1056
10.	Stroboskop	1051
11.	Antennenverstärker	803
12.	Umformer für Leuchtstofflampe	781
13.	Lauflicht	702
14.	Lichtschranke	576
15.	Fernsteuerung	508
16.	Gitarreneffekte	353
17.	Equalizer	306
18.	TV-Spiele	258
19.	Metalldetektor/Leitungssucher	152
20.	KFZ-Drehzahlmesser	136

Der Abo-Tip

Aus der Praxis für die Praxis: Irgendwer hat irgendwann eine Idee, wie man als Hobby-Elektroniker mit einem kleinen Trick Arbeit und Material sparen kann, etwas besser oder schneller machen kann usw. Meistens handelt es sich um Kleinigkeiten, die angeblich „nicht der Rede wert" sind.
P.E. meint: Eine Tipkiste ist eine Trickkiste. P.E. macht die Kiste auf und holt in der Tip-Rubrik einen nach dem anderen heraus.

In dieser Ausgabe finden Sie den Tip Nr. 14, er zeigt, wie man bei unbekannten Transistoren die Anschlußbelegung feststellen kann. Hier gleich der nächste Tip: P.E.-Abonnent werden. Dann füllt sich Ihre Trickkiste von selbst.
Und damit sich die Sache auch für Sie lohnt, können Sie mit großem Preisvorteil abonnieren. Beachten Sie bitte die Abo-Anzeige in dieser Ausgabe.

Info-Coupon

Anzeige ausschneiden; für Sie interessanten Lehrgang ankreuzen und einsenden.

Absender:
Name: ____________________

Anschrift: ____________________

Ausbildung und Weiterbildung

Bundesinstitut f. Berufsbildung Geprüft – Geeignet

für Beruf und Hobby

Mehr wissen, mehr können
- für Ihren beruflichen Aufstieg.
- für die Sicherung Ihres Arbeitsplatzes.
- damit Sie die Aufgaben von heute und morgen bewältigen können.
- als anspruchsvolles, zukunftssicherndes und „rentables" Hobby.

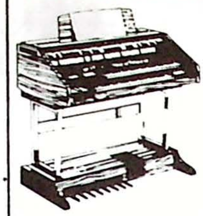
○ **Elektronik/Halbleitertechnik**
Weitreichende Grundausbildung in der modernen Halbleitereletronik mit über 400 Laborversuchen und Selbstbau eines kompl. Meßplatzes.
Umfang: 24 Monatslehrbriefe, 6 oder 11 Materialsätze für praktische Arbeiten und zum Aufbau des Meßplatzes.

○ **Mikroprozessor- und Computertechnik**
Weitreichende Grundausbildung in Mikroprozessor- und Computertechnik einschl. Programmierung und Programmierungstechniken. Praktische Anwendung des Mikrocomputers und Entwicklung eigener Betriebssoftware.
Umfang: 10 Monatslehrbriefe und ein betriebsfertiger Mikrocomputer mit Netzteil.

○ **Fernsehtechnik/Farbfernsehtechnik**
Ausbildung zum Fernsehtechniker für Schwarzweiß und Farbe einschl. Reparatur- und Service-Praxis. Praktischer Einsatz von Meß- und Prüfgeräten.
Umfang: 30 Monatslehrbriefe, Oszilloskop, FET-Voltmeter, 4 Tastköpfe, PAL-Farbgenerator, Regel-Trenntransformator.

Fernschule Bremen – Postfach 7026/Abt. – 2800 Bremen 34

Wie wird aus Elektronik Musik?



Wir zeigen es Ihnen! Gratisprospekt oder großen Informationsset (mit LP von Klaus Wunderlich und 100 S. Farbkatalog) anfordern, bei Vorauszahlung Sonderpreis 10 DM.

WERSI Orgeln+Bausätze
Industriestr. 6 E · 5401 Halsenbach · Tel. 0 67 47/71 31

Heft 7/79 (Juli-Ausgabe) erscheint am 21. Juni 1979

AK-troniC

ELEKTRONISCHE BAUELEMENTE

Alfred Kaup
Heckenweg 26 a
4401 SAERBECK
Tel.: 02574/8224

NETZ-TRAFOS

2-Kammer Spulenkörper, Fußwinkel zum Einsetzen in gedruckte Schaltungen geeignet!

Eing.-spg.:220 V

Typ	Nennstrom sek.	Spannung sek.	Preis
130	0,6 A	1-24 V, Abstand 1V / 2 x 6 V / 2 x 12 V	14,90
131	1,25 A		20,90
132	2,5 A		24,90
133	4 A		34,80
134	5 A		38,90
135	0,5 A	3-6-9-12-15-18-21-24-27-30 V / 2x3V, 4x6V, 2x9V, 2x12V, 2 x15 V	14,45
136	1,0 A		20,80
137	2,0 A		24,80
138	3,0 A		34,80
139	4,0 A		38,80

BESONDERS *GUENSTIG*

SIEMENS-Netztrafo, vergossen im grauen Kunststoffgehäuse mit eingeb. sek. Sicherung. Primär 24 V, 3,5 A, 85 VA, mit VDE-Zeichen, IP 66, mit Netzanschlußschnur.
Maße: H 80 mm, B 95 mm, T 134 mm.
Ideal für Modelleisenbahn, Bau von geregelten Netzgeräten usw. nur 24,80

KONTAKT-SPRAY

Kontakt 60	400 ml		DM 9,70
Kontakt 61	400 "		DM 8,55
Kälte 75	400 "		DM 7,20
Kontakt 60	200 ml		DM 7,00
Kontakt 61	200 "		DM 5,95
Kontakt WL	200 "		DM 7,00
Lötlack SK 10	200 "		DM 5,50
Positiv 20	200 "		DM 11,90
Graphit 33	200 "		DM 7,00
Plastik 70	200 "		DM 5,50
Isolier 72	200 "		DM 8,50
Kälte 75	200 "		DM 5,00
Politur 80	200 "		DM 4,50
Kontaflon 85	200 "		DM 7,20
Sprüh-Öl 88	200 "		DM 5,00
V I D I O 90	200 "		DM 7,00
Antistatik 100	200 "		DM 4,50
Fluid 101	200 "		DM 7,00
Tuner 600	200 "		DM 7,00
Vaseline Spray	200 "		DM 5,00
Positiv 20	75 ml	★★	DM 5,70
V I D I O 90	75 "		DM 3,15

★ ab 3 Dosen sortiert 5 % Rabatt!
★ ab 6 Dosen sortiert 10 % Rabatt!

Werkstatt-Regal leer für 7 Dosen 200 ml nur DM 7,65

Werkstatt-Regal mit 7 Dosen à 200 ml:
Kontakt 60/61/WL/75/88/100/600
Sonderpreis DM 43,80

STECKERNETZTEIL SE 78

Universal-Schukostecker-Netzteil mit 5 versch. Anschlußsteckern. Polarität umschaltbar. Ausgangsspannung:
3-4,5-6-7,5-9-12 Volt
300 mA
DM 9,75

DER SCHREIBENDE PRÜFSUMMER

Zum Prüfen von Trans., Dioden, Platinen, Leitungen, Schaltungen u. vieles mehr. Teststrom max. 5 uA (da akustische Anzeige über Piezokristalle) Spg.-fest bis 500 V. Ausf. Anltg. 22,--

BC 107 ABC	0,45
BC 108 ABC	0,45
BC 109 ABC	0,45
BC 140-10	0,80
BC 141-10	0,80
BC 141/161	2,25
BC 160-10	0,80
BC 161-10	0,80
BC 177 B	0,50
BC 178 B	0,50
BC 179 B	0,50
BC 237 B	0,25
BC 238 B	0,25
BC 239 B	0,25
BC 307 BC	0,30
BC 308 ABC	0,30
BC 327-16	0,45
BC 328-16	0,40
BC 337-16	0,40
BC 338-16	0,40
BC 338-25	0,40
BC 413 B	0,35
BC 414 C	0,35
BC 546 B	0,30
BC 547 B	0,20
BC 548 AB	0,25
BC 549 C	0,25
BC 550 B	0,35
BC 557 B	0,20
BC 558 B	0,25
BC 559 B	0,25
BC 560 B	0,30
BD 128	2,10
BD 129	2,15
BD 135-16	0,75
BD 136-16	0,80
BD 137-16	0,80
BD 138-16	0,85
BD 139-16	0,85
BD 140-16	0,85

DREI "ANGEBOTE DES MONATS"

GÜLTIG BIS 30 6 79

LICHTORGEL-SET

INHALT:
1 Steuergerät 3 x 1000 Watt mit 3 Einzelreglern und einem Summenregler
3 Stck. schwarze Strahler mit Alu-Reflektor-Facettenschirm in 3 versch. Farben, schwenkbar
3 Stck. Kopfspiegellampen, wahlweise 25 Watt oder 40 Watt der Größe E 14

49,99

NC-450

Nickel-Cadmium-Akku
1,2 V, 450 mAh
Mignonzelle

10 STCK 26,--

SOLARZELLEN

20 x 10 mm groß, 0,5 V max., 50 mA
sowohl als Fotoelement als auch für Speisung von Verbrauchern mit kleiner Leistungsaufnahme verwendbar.

2,65

BD 175	1,30
BD 176	1,30
BD 179	1,40
BD 237	1,40
BD 238	1,45
BD 435	1,45
BD 436	1,50
BD 437	1,50
BD 435/36	2,90
BF 194	0,60
BF 198	0,50
BF 199	0,50
BF 245 A	1,10
BF 265 A	1,35
BF 324	0,80
BF 458	1,10
BF 459	1,25
BFY 90	3,30
BSY 51	1,40
BSY 52	1,40
BSY 53	1,40
BSY 54	1,50
BSY 55	1,60
BSY 56	1,90
BT 111	3,95
BU 126	4,25
BU 205	4,30
BU 208	5,50
MJ 2500	5,95
MJ 2501	4,50
MJ 3001	4,30
MJ 4031	8,50
MJ 4043	7,90
MJE 2955	2,90
MJE 3055	2,90
2 N 1613	0,75
2 N 1711	0,75
2 N 2218 A	0,65
2 N 2219 A	0,70
2 N 2222 A	0,60
2 N 2904	0,70
2 N 2905	0,70
2 N 3054	2,65
2 N 3055 (Mot.)	2,40
2 N 3055 (RCA)	2,55

Leuchtdioden
GRÜN, ROT, GELB
3 u. 5 mm 0,39
ab 10 Stck. 0,35
CQY 99 IR-Sender 2,10
BPW 41 IR-Empf. 6,50
DL 707 3,90

OSZILLOGRAF

Die Preiswerten von **ROHDE & SCHWARZ**

10 MHz Zweikanaler
Standard D 1010 DM 1119,--
De Luxe D 1011 DM 1339,--

15 MHz Zweikanaler
Standard D 1015 DM 1552,--
De Luxe D 1016 DM 1781,--

Alle Geräte mit Spitzenautomatik, aut. Umschaltung der Betriebsarten u. TV-Triggerung; gesteckte Trans. u. ICs, Beamfinder gekoppelt mit Triggerg.

SORTIMENTE IM KLEINTEILEMAGAZIN

KONDENSATORSORTIMENT I
320 Kondensatoren (Kunstfolien u. Styroflex von Valvo, Siemens, Wima)
32 Wert à 10 Stck von 200 pF - 1 uF sortiert in einem Kleinteilemagazin mit 32 Schubfächern. Maße: 220x320x68 mm. DM 34,80

KONDENSATORSORTIMENT II
320 Kondensatoren:
11 Werte à 10 Stck Styroflex (Siemens)
21 Werte à 10 Stck Rohr-und Scheibenkondensatoren sortiert in einem Kleinteilemagazin. (wie oben beschrieben)...... DM 34,80

TRIMMPOTI-SORTIMENT I
Offene Trimmer mit 10 mm - Raster (Radiohm)
Werte: 100 Ohm, 220 Ohm, 470 Ohm, 1 kOhm, 2,2 kOhm, 4,7 kOhm, 10 kOhm, 22 kOhm, 47 kOhm, 100 kOhm, 220 kOhm, 470 kOhm, 1 MOhm, 2,2 MOhm
14 Werte à 10 Stck (5 lieg.+5 steh.) = 140 Stck sortiert im Kleinteilemag. mit 16 Klarsichtschachteln............ DM 54,80

TRIMMPOTI-SORTIMENT II
Offene Trimmer mit 15 mm - Raster (Radiohm)
Werte: wie Trimmpoti-Sortiment I
140 Stck sortiert im Kleinteilemagazin mit Klarsichtschachteln.............. DM 56,80

KOHLESCHICHT-WIDERSTANDS-SORTIMENT I
Kohleschichtwiderstände aus laufender Fertigung, axial, farbcodirt.
Leistung 1/2 Watt, Toleranz 5 %.
Abmessungen: 2,5 x 6,3 mm
67 Werte nach Reihe E 12 à 10 Stck =670 Stck sortiert in 2 Kleinteilemagazine à 32 Klarsichtschachteln........ DM 44,80

KTM 32 Kleinteilemagazin mit 32 Klarsichtschachteln aus den obenstehenden Sortimenten. Maße: 220x320x68 mm.......... DM 13,95

HIFI-ENDSTUFEN

20 WATT - EDWIN - Bausatz
Eine HIFI-Endstufe, Klangeinstellung für Höhen und Tiefen, problemloser Aufbau (ohne Ruhestrom- und const. Einstellungen)
Ausg.-Imp.: 4...8 Ohm, Eing.-empfindlichk.: 300 mVeff, Klirrf. bei Vollaussteuerung: 0,5 % bei 1 kHz, Eing.-Imp. 400 kOhm
Betriebsspannung ± 15 V Imax. 1 A
Ausführung: Mono.................. DM 32,50
Stereo................ DM 65,--

NETZTEIL für 20 W - Edwin (Reicht für Stereobetrieb aus)................... DM 31,50

40 Watt - EDWIN - Bausatz
HIFI-Endstufe, Gegentakt-B-Schaltung (ruhestromlos)-parallel zu Gegentakt-A-Stufe.
Eing.: 45 kOhm, 1 V_{eff}, K=1% (1 kHz) DM 39,80

HECK-ELECTRONICS

Aus P.E.-Heft 1:
FBI-Sirene kpl.Bauteile incl. Lautsp. DM 13,10
P.E.-Platine SI-a . . . . . DM 4,35
Elektro-Toto-Würfel kpl. Bauteiles.mGeh. 19,90
P.E.-Platine DS-a . . . . . DM 6,60
Frontplatte gebohrt und bedruckt . DM 13,30
Transitest kpl.Bauteiles. m.Gehause . DM 16,50
P.E.-Platine TT-a . . . . . DM 6,75
Frontplatte gebohrt und bedruckt . . DM 13,90

Aus P.E.-Heft 2:
Carbophon kpl.Bauteilsatz . . . . . DM 23,90
P.E.-Platine CF-a . . . . . DM 6,30
Gehause . . . . . DM 5,50
Spannungsquelle kpl.Bauteiles.m.T. . DM 37,50
P.E.-Platine GV-a . . . . . DM 11,60
Frontplatte gebohrt und bedruckt . . DM 17,80
Gehause TEKO P 3 . . . . . DM 5,90
TESTYkpl.Bauteiles.m.Gehause. . . . DM 7,70
Frontplatte gebohrt und bedruckt . . DM 13,50

Aus P.E.-Heft 3:
Die totale Uhr kpl. Bauteilesatz . . . DM 85,50
P.E.-Platine D-K-a+b. . . . . DM 19,60
Gehause TEKO 333. . . . . DM 10,50
50-Watt-Verstarker in Modultechn. 1 Kanal incl. Stereonetzteil . . . . . DM 106,50
P.E.-Platine PA-a . . . . . DM 10,95
Bauteile f.d. 2. Kanal(Stereo) . . . . . DM 57,00
Frontplatte geb. u. beschrift.(pos.o.neg.)11,15
Die Kassette im Auto kpl. Bauteilesatz mit Gehause und Platine . . . . . DM 10,10

Aus P.E.-Heft 4:
Codeschloß kpl.Bauteilesatz . . . . . DM 21,60
P.E.-Platine ES-a . . . . . DM 7,15
LED-VU-Meter (Modultechnik) kpl. Bauteilesatz je Kanal . . . . . DM 23,50
P.E.-Platine VU-a . . . . . DM 9,35
Frontplatte geb.u.beschrift.(pos.o.neg)11,65
MIKRO -2 (Signalhorn) kpl.Bauteiles.DM11,89
P.E.-MIKRO Hauptplatine MI-a . . . . DM 8,50
P.E.-MIKRO Trimmerplatine MI-b . . DM 4,95
MIKRO-1(Blinker) Baut. m.Platine . DM 13.40
Gehause m.Gleitmutterkanaler. f. P.E.-Moduls. Große 300 .DM 49,60/Große 500 **DM64,90**

Neu aus P.E.-Heft 4 und 5/78.NEU NEU
SNOBBY-Geräuschschalter
Bauteilesatz Hauptprint mit Mikro . . DM 28,70
Platine Snobby-a . . . . . DM 9,90
Bauteilesatz Netzteilprint . . . . . DM 39,80
Platine Snobby-b . . . . . DM 9,80
Bauteilesatz Steuerprint . . . . . DM 29,90
Platine Snobby-c . . . . . DM 9,70

Aus P.E.-Heft 5:
Tremolo kpl Bauteilesatz. . . . . DM 42,40
P.E.-Platine TR-a . . . . . DM 13,85
Frontplatte geb.u beschrift.(pos.o.neg.)15,35
je 14 Lotstifte u.Steckhulsen,5 IC-Fass.4,48
Minimix kpl. Bauteilesatz . . . . . DM 38,80
P.E.-Platine MM-a . . . . . DM 12,90
Gehause TEKO 334. . . . . DM 13,10
PUFFI kompl.Bauteilesatz. . . . . DM 3,70
P.E.-Platine BU-a . . . . . DM 6,40
Gehause ALU ausreichend f. 2.Platinen. . . 3.55

Aus P.E.-Heft 6:
Signal-Tracer kpl. m. Knopfen und Fassungen, Bauteilesatz . . . . . DM 24,90
P.E.-Platine SV-a . . . . . DM 13,95
Frontplatte gebohrt und bedruckt . DM 22,90
Gehause TEKO P/4 . . . . . DM 11,00
TV-Tonkoppler kpl.Bauteilesatz . . . DM 20 90
P.E.-Platine TV-a . . . . . DM 12,55
Gehause TEKO 333. . . . . DM 10,50
LESLIE (Modultechnik) Bauteiles . . DM 2,90
P.E.-Platine TR-b . . . . . DM 6,35
Frontplatte geb.u.beschrift.(pos.o.neg.)9,00

Aus P.E.-Heft 7:
Basisbreite-Einstellung kpl. Bauteilesatz lt. Stuckliste,m.Zubehor. . . . . DM 19,40
P.E.-Platine BB-a . . . . . DM 9,10
Frontpl.pos.o.neg. . . . . DM 12,85
TTL-Trainer Bauteiles.m.Kabel . . . DM 51,90
P.E.-Platine DT-a . . . . . DM 29,00
Gehause P/4 . . . . . DM 11,00
MIKRO-4 (Flip-Flop) Bauteiles.kpl. . DM 6,90
P.E.-MIKRO-4 Hauptprint MI-a . . . . DM 8,50

Aus P.E.-Heft 8:
Superspannungsquelle kpl Bauteilesatz lt Stuckliste m.Instr.,Knopfen usw. . . DM 113,70
P.E.-Platine SSQ. . . . . DM 13,10
Gehause SSQ m.Kuhlkorper;Ruckw. .DM 39,80
Mini-Uhr m.Maxi-Display,Bauteiles. .DM 38,90

P.E.-Platine DK-c/d. . . . . .DM 10,95
Spez.Uhrengehause m.Plexi-Scheibe . DM 5,75
Loudness-Filter kpl.Bauteiles. . . . .DM 13,80
P.E.-Platine FV-a . . . . . DM 9,70
Frontpl.pos.o.neg. . . . . .DM 11,00

Aus P.E.-Heft 1/78:
Sinusgenerator (Modul) kpl.Bauteiles. DM27,50
P.E.-Platine SG-a . . . . . .DM 14,10
Frontplatte FN-SG-a . . . . . .DM 17,30
n-Kanal-Lichtorgel Hauptprint Bautelesortim. kpl.lt.Stuckliste . . . . . .DM 20,80
je Kanal lt. Stuckliste . . . . . .DM 12,50
P.E.-Basisplatine LO-c . . . . . DM 8,30
P.E.-Kanalplatine LO-d. . . . . DM 5,00
Grundausst. Plat.1xLO-c:3xLO-d . . .DM 19,00
Lichtdimmer Bauteiles.kpl lt Stuckl. .DM 21,90
P.E.-Platine LD-a . . . . . DM 6,80
Gehause TEKO 3/B. . . . . DM 3,90

Aus P.E.-Heft 2/78:
Rauschfilter i.Modultechnik Bauteiles.DM14,90
P.E.-Platine RF-a . . . . . DM 8,90
P.E.-Frontplatte pos.o.neg. . . . . DM 11,60
Goliath-Display Bauteile lt.Stuckl. . .DM 17,70
P.E.-Platine UD-a/b. . . . . DM 10,10
Pausenkanal für n-Kanal-Lichto. Baut..DM11,50
P.E.-Platine LO-e . . . . . DM 5,00

Aus P.E.-Heft 3/78:
Spannungslupe Bauteile lt.Stuckl . . .DM 16,30
P.E.-Platine SL-a . . . . . DM 5,25
Gehause TEKO p/2. . . . . DM 4,40
Rechteckzusatz z.Sinusgenerator Baut.DM 16,90
P.E.-Platine SW-a . . . . . DM 7,80
P.E.-Frontplatte FN-SW-a . . . . . DM 9,15
Goliath-Stromversorgung Baut.m.TrafoDM47,90
P.E.-Platine GV-e . . . . . DM 13,90

Aus P.E.-Heft 4/78:
Hall i.Modultechnik lt.Stuckl.m.OPA. DM36,90
P.E.-Platine RV-a . . . . . DM 8,90
P.E.-Frontplatte pos.o.neg. . . . . DM 12,85
O.P.A. Operationsverstarker Bauteiles. .DM8,90
P.E.-Platine OP-a . . . . . DM 5,35
LOGIC-PROBE Baut. lt.Stuckl. . . . DM 8,50
P.E.-Platine LT-a . . . . . DM 5,05

Aus P.E.-Heft 5/78.
Peace-Maker lt Stuckliste. . . . . .DM 13,90
P.E.-Platine PM-a . . . . . DM 5,90
Gehause . . . . . DM 4,40
Digitalmeter i.Modultechnik Bauteiles..DM79,90
P.E.-Platine DM-a/b. . . . . .DM 19,35
P.E.-Frontplatte FN-DM-a . . . . . DM 19,50
DC-Vorsatzlt. Stuckl . . . . . DM 12,90
Frontplatte FN-DM-b. . . . . DM 9,15

Aus P.E.-Heft 6/78:
Digital-Analog-Timer Bauteilesatz. . .DM 59,90
P.E.-Platine UT-a . . . . . DM 18,00
P.E.-Gehause geb.und bedruckt . . .DM 17,00
Sensorschalter Baut.lt Stuckl. . . . . DM 14,90
P.E.-Platine TT-b . . . . . DM 10,20
L.E.D.S. Bauteile lt Stuckliste. . . . DM 7,90
P.E.-Platine LE-a . . . . . DM 6,90

Aus P.E.-Heft 7/78:
Ohm-Meter-Vorsatz Bauteilesatz . . .DM 24,90
P.E.-Platine DM-c . . . . . DM 7,85
P.E.-Frontplatte FN-DM-c . . . . . DM 10,20
Würfeln m.Goliath Bauteilesatz . . . .DM 14,90
P.E.-Platine UD-c . . . . . DM 6.10
Elektronisches Tauziehen Bauteiles .DM 49,90
P.E.-Platine EG-a . . . . . DM 14,25
Gehause TEKO P/3. . . . . DM 5,90
Netzstecker-Stromversorgung 9V . . .DM 14,50

Aus P.E.-Heft 8/78:
Infrarot-Empfanger Bauteilesatz . . .DM 48,80
P.E.-Platine IR-b . . . . . DM 11,80
Gehause Ormatu Typ BIM2003. . . . DM 5,40
Gehause Amtron Typ KG-6-ST . . . . DM 5,20
Infrarot-Sender Bauteilesatz . . . . .DM 19,90
P.E.-Platine IR-a. . . . . DM 5,90
Gehause Typ Blm 2003 . . . . . DM 5,40
Zener-Tester Bauteilesatz . . . . . DM 39,90
P.E.-Platine ZT-a . . . . . DM 7,70
Frontplatte zum Zenertester aus P.E.
gebohrt und bedruckt . . . . . DM 17,80
Gehause TEKO 362. . . . . DM 8,75
H.E.L.P. Laborprint UP-a . . . . . .DM 22,50

Aus P.E.-Heft 9/78:
Syndiatape Bauteilesatz lt. Stuckl. . .DM 31,80
P.E.-Platine SY-a . . . . . .DM 14,70
Gehause . . . . . DM 10,90
Schwesterblitz Bauteile lt. Stuckl.. . .DM 19,50
Platine FL-a . . . . . DM 4,50
Gehause . . . . . DM 3,35
Kontaktloses Relais Bauteiles. . . . . DM 10,80
P.E.-Platine RY-a . . . . . DM 4,90

Aus P.E.-Heft 10-11/78
Scheibenwischer-Intervallschalter
Baut. lt. Stückl. . . . . .DM 34,70
Platine WA-a. . . . . DM 11,10
Gehäuse mit Montageteilen . . . . .DM 8,90
Automatikzusatz incl. Platine RB-a. .DM 16,50
Regensonde, Baut. lt. Stückliste. . . .DM 11,90
Platine RB-a . . . . . DM 8,90
Gehäuse mit Montageteilen . . . . .DM 8,90
Auto-Akku-Lader Bauteile lt. Stückl..DM 87,30
Platine AK-a. . . . . DM 11,10
Metall-Gehäuse . . . . . DM 34,90

NEU aus P.E.-Heft 12/78:

Power Blink-Zentrale Bauteilesatz	DM	10,50
Platine KL-a	DM	6,90
Anpassungsverstärker Bauteilesatz	DM	19,80
Platine BU-a	DM	6,40
Gehäuse TEKO 3/B.	DM	3,90
MONITOR-VERST. Bauteilesatz	DM	44,90
2 x O.P.A. dazu Bauteilesatz.	DM	17,80
2 x Platine OP-a	DM	10,70
Platine OP-b	DM	16,90
Stabilisiertes Netzteil 25 V/2,2 A.	DM	54,90
Platine MA-a	DM	8,80
Unstab. Netzteil +/- 30 V/3,5 A.	DM	62,50
Platine MA-b.	DM	7,80
Komplett-Netzteil mit Montagemat.	DM	109,80

Aus P.E.-Heft 1/79:

Spannungsteiler mit Gehäuse, Bauteilsort.	DM	9,70
Platine OP-C	DM	5,30
O.P.A dazu mit Platine OP-a, Bauteilesort.	DM	14,25
Anti-Lichtorgel, Bauteilesort.	DM	19,90
Platine LO-b	DM	6,25
Für Gehäuseeinbau: Gehäuse mit Bauteilen zusätzl.	DM	16,80
Goliath-Steuereinheit, Bauteilesort.	DM	24,90
Platine UD-d.	DM	12,95
Goliath-Digitaluhr (4 Zahldekaden, Steuereinheit, Netzteil mit samtl. Platinen) kpl.	DM	198,-
Gehäuse-Acryl (wie Abb. in P.E.)	DM	a.A.

Aus P.E.-Heft 2/79:

Mini-Midi (MW-Empfänger) o. Batt. Bauteilesort.	DM	24,80
Gehäuse TEKO P/2	DM	4,40
Platine MR-a	DM	7,15
DC-Fuge (Überstrom-Sicherung) Bauteilesort.	DM	12,90
Platine EF-a	DM	8,25
Frequenzzähler 79 m. Montageteilen (o. Netzteil) Bauteilesort.	DM	218,-
Platine FZ-a	DM	23,75
Netzteil zum FZ 79, Bauteilesort.	DM	59,70
Platine FZ-b	DM	17,-
Gehäuse 8009 m. geb. + bedr. Frontplatte	DM	39,95

Aus P.E.-Heft 3/79:

Goliath's Woche, Bauteilesort.	DM	12,90
Platine UD-e	DM	11,50
Rumpelfilter-Modul, Bauteilesort.	DM	22,90
Platine DF-a	DM	11,75
Frontplatte DF-a positiv oder negativ	DM	12,35
Eichspannungsquelle ESQ	DM	88,70
Platine ESQ	DM	12,20
Gehäuse mit geb. + bedr. Frontplatte	DM	29,90

aus P.E.-Heft 4/79:

Puzzle-Verst., Endstufe (1 Kanal).	DM	15,90
Durchgangstester DUT	DM	4,00
Universelle Triacsteuerung	DM	4,95

Aus P.E.-Heft 5/79:

Mischpult Mikrof.-Kanal o. MV-a	DM	17,90
Mischpult Tape-Kanal Stereo	DM	19,00
Mischpult Tuner-Kanal Stereo	DM	19,00
Mischpult Entzerrer-Kanal Stereo o. MV-a	DM	17,90
Platine MV-b	DM	9,95
Frontplatte MV-b pos. o. neg.	DM	11,80
Universeller Vorverstärker mit Platine MV-a	DM	8,90
Relais-Pulser	DM	29,90
Platine TP-a	DM	6,60
Puzzle-Verst. NETZTEIL m. Trafo	DM	57,60
Platine LV-c	DM	9,40

Platinen und Gehäuse immer extra wenn nicht anders angegeben. Preise und Angebote freibleibend.

5012 Bedburg Morkenerstr. 20·Tel.02272·3294

Info-Coupon

Anzeige ausschneiden; für Sie interessanten Lehrgang ankreuzen und einsenden.

Absender:
Name: ______________________

Anschrift: ______________________

Ausbildung und Weiterbildung

Bundesinstitut f. Berufsbildung Geprüft – Geeignet

für Beruf und Hobby

Mehr wissen, mehr können
- für Ihren beruflichen Aufstieg.
- für die Sicherung Ihres Arbeitsplatzes.
- damit Sie die Aufgaben von heute und morgen bewältigen können.
- als anspruchsvolles, zukunftssicherndes und „rentables" Hobby.

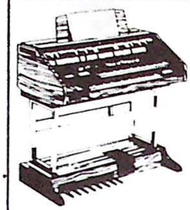
○ **Elektronik/Halbleitertechnik**
Weitreichende Grundausbildung in der modernen Halbleitereletronik mit über 400 Laborversuchen und Selbstbau eines kompl. Meßplatzes. Umfang: 24 Monatslehrbriefe, 6 oder 11 Materialsätze für praktische Arbeiten und zum Aufbau des Meßplatzes.

○ **Mikroprozessor- und Computertechnik**
Weitreichende Grundausbildung in Mikroprozessor- und Computertechnik einschl. Programmierung und Programmierungstechniken. Praktische Anwendung des Mikrocomputers und Entwicklung eigener Betriebssoftware.
Umfang: 10 Monatslehrbriefe und ein betriebsfertiger Mikrocomputer mit Netzteil.

○ **Fernsehtechnik/Farbfernsehtechnik**
Ausbildung zum Fernsehtechniker für Schwarzweiß und Farbe einschl. Reparatur- und Service-Praxis. Praktischer Einsatz von Meß- und Prüfgeräten.
Umfang: 30 Monatslehrbriefe, Oszilloskop, FET-Voltmeter, 4 Tastköpfe, PAL-Farbgenerator, Regel-Trenntransformator.

Fernschule Bremen – Postfach 7026/Abt. – 2800 Bremen 34

Wie wird aus Elektronik Musik?



Wir zeigen es Ihnen! Gratisprospekt oder großen Informationsset (mit LP von Klaus Wunderlich und 100 S. Farbkatalog) anfordern, bei Vorauszahlung Sonderpreis 10 DM.

WERSI Orgeln+Bausätze
Industriestr. 6 E · 5401 Halsenbach · Tel. 0 67 47/71 31

Heft 7/79
(Juli-Ausgabe)
erscheint am
21. Juni 1979

AK-troniC

ELEKTRONISCHE BAUELEMENTE

Alfred Kaup
Heckenweg 26 a
4401 SAERBECK
Tel.: 02574/8224

*NETZ~TRAFOS**

2-Kammer Spulenkörper, Fußwinkel zum Einsetzen in gedruckte Schaltungen geeignet!
Eing.-spg.:220 V

Typ	Nennstrom sek.	Spannung sek.	Preis
130	0,6 A	1-24 V, Abstand 1V / 2 x 6 V / 2 x 12 V	14,90
131	1,25 A		20,90
132	2,5 A		24,90
133	4 A		34,80
134	5 A		38,90
135	0,5 A	3-6-9-12-15-18-21-24-27-30 V / 2x3V, 4x6V, 2x9V, 2x12V, 2 x15 V	14,45
136	1,0 A		20,80
137	2,0 A		24,80
138	3,0 A		34,80
139	4,0 A		38,80

*** BESONDERS * GUENSTIG ***

SIEMENS-Netztrafo, vergossen im grauen Kunststoffgehäuse mit eingeb. sek. Sicherung. Primär 24 V, 3,5 A, 85 VA, mit VDE-Zeichen, IP 66, mit Netzanschlußschnur. Maße: H 80 mm, B 95 mm, T 134 mm. Ideal für Modelleisenbahn, Bau von geregelten Netzgeräten usw. nur 24,80

KONTAKT-SPRAY

Kontakt 60	400 ml		DM 9,70
Kontakt 61	400 "		DM 6,55
Kälte 75	400 "		DM 7,20
Kontakt 60	200 ml		DM 7,00
Kontakt 61	200 "		DM 5,95
Kontakt WL	200 "		DM 7,00
Lötlack SK 10	200 "		DM 5,50
Positiv 20	200 "		DM 11,90
Graphit 33	200 "		DM 7,00
Plastik 70	200 "		DM 5,50
Isolier 72	200 "		DM 8,50
Kälte 75	200 "		DM 5,00
Politur 80	200 "		DM 4,50
Kontaflon 85	200 "		DM 7,20
Sprüh-Öl 88	200 "		DM 5,00
V I D I O 90	200 "		DM 7,00
Antistatik 100	200 "		DM 4,50
Fluid 101	200 "		DM 7,00
Tuner 600	200 "		DM 7,00
Vaseline Spray	200 "		DM 5,00
Positiv 20	75 ml		DM 5,70
V I D I O 90	75 "		DM 3,15

*ab 3 Dosen sortiert 5 % Rabatt!
**ab 6 Dosen sortiert 10 % Rabatt!

Werkstatt-Regal leer für 7 Dosen 200 ml nur DM 7,65

Werkstatt-Regal mit 7 Dosen à 200 ml:
Kontakt 60/61/WL/75/88/100/600
Sonderpreis DM 43,80

STECKERNETZTEIL SE 78

Universal-Schukostecker-Netzteil mit 5 versch. Anschlußsteckern. Polarität umschaltbar. Ausgangsspannung: 3-4,5-6-7,5-9-12 Volt 300 mA DM 9,75

DER SCHREIBENDE PRÜFFUEHRER

Zum Prüfen von Trans., Dioden, Platinen, Leitungen, Schaltungen u. vieles mehr. Teststrom max. 5 uA (da akustische Anzeige über Piezokristalle) Spg.-fest bis 500 V. Auf.Anltg. 22,--

BC 107 ABC	0,45
BC 108 ABC	0,45
BC 109 ABC	0,45
BC 140-10	0,80
BC 141-10	0,80
BC 141/161	2,25
BC 160-10	0,80
BC 161-10	0,80
BC 177 B	0,50
BC 178 B	0,60
BC 179 B	0,50
BC 237 B	0,25
BC 238 B	0,25
BC 239 B	0,25
BC 307 BC	0,30
BC 308 ABC	0,30
BC 327-16	0,45
BC 328-16	0,40
BC 337-16	0,40
BC 338-16	0,40
BC 338-25	0,40
BC 413 B	0,35
BC 414 C	0,35
BC 546 B	0,30
BC 547 B	0,20
BC 548 AB	0,25
BC 549 C	0,25
BC 550 B	0,35
BC 557 B	0,20
BC 558 B	0,25
BC 559 B	0,25
BC 560 B	0,30
BD 128	2,10
BD 129	2,15
BD 135-16	0,75
BD 136-16	0,80
BD 137-16	0,80
BD 138-16	0,85
BD 139-16	0,85
BD 140-16	0,85

DREI "ANGEBOTE DES MONATS"

GÜLTIG BIS 30 6 79

LICHTORGEL-SET

INHALT:
1 Steuergerät 3 x 1000 Watt mit 3 Einzelreglern und einem Summenregler
3 Stck. schwarze Strahler mit Alu-Reflektor-Facettenschirm in 3 versch. Farben, schwenkbar
3 Stck. Kopfspiegellampen. wahlweise 25 Watt oder 40 Watt der Größe E 14
49,99

NC-450

Nickel-Cadmium-Akku
1,2 V, 450 mAh
Mignonzelle
10 STCK 26,--

SOLARZELLEN

20 x 10 mm groß, 0,5 V max., 50 mA
sowohl als Fotoelement als auch für Speisung von Verbrauchern mit kleiner Leistungsaufnahme verwendbar.
2,65

BD 175	1,30
BD 176	1,30
BD 179	1,40
BD 237	1,40
BD 238	1,45
BD 435	1,45
BD 436	1,50
BD 437	1,50
BD 435/36	2,90
BF 194	0,60
BF 198	0,50
BF 199	0,50
BF 245 A	1,10
BF 265 A	1,35
BF 324	0,80
BF 458	1,10
BF 459	1,25
BFY 90	3,30
BSY 51	1,40
BSY 52	1,40
BSY 53	1,40
BSY 54	1,50
BSY 55	1,60
BSY 56	1,90
BU 111	3,95
BU 126	4,25
BU 205	4,30
BU 208	5,50
MJ 2500	5,95
MJ 2501	4,50
MJ 3001	4,30
MJ 4031	8,50
MJ 4043	7,90
MJE 2955	2,90
MJE 3055	2,90
2 N 1613	0,75
2 N 1711	0,75
2 N 2218 A	0,65
2 N 2219 A	0,70
2 N 2222 A	0,60
2 N 2904	0,70
2 N 2905	0,70
2 N 3054	2,65
2 N 3055 (Mot.)	2,40
2 N 3055 (RCA)	2,55

Leuchtdioden
GRÜN, ROT, GELB
3 u. 5 mm 0,39
ab 10 Stck. 0,35
CQY 99 IR-Sender 2,10
BPW 41 IR-Empf. 6,50
DL 707 3,90

OSZILLOGRAF

Die Preiswerten von **ROHDE & SCHWARZ**

10 MHz Zweikanaler
Standard D 1010 DM 1119,--
De Luxe D 1011 DM 1339,--

15 MHz Zweikanaler
Standard D 1015 DM 1552,--
De Luxe D 1016 DM 1781,--

Alle Geräte mit Spitzenautomatik, aut. Umschaltung der Betriebsarten u. TV-Triggerung; gesteckte Trans. u. ICs, Beamfinder gekoppelt mit Triggerg.

SORTIMENTE IM KLEINTEILEMAGAZIN

KONDENSATORSORTIMENT I
320 Kondensatoren (Kunstfolien u. Styroflex von Valvo, Siemens, Wima)
32 Wert à 10 Stck von 200 pF - 1 uF sortiert in einem Kleinteilemagazin mit 32 Schubfächern. Maße: 220x320x68 mm. DM 34,80

KONDENSATORSORTIMENT II
320 Kondensatoren:
11 Werte à 10 Stck Styroflex (Siemens)
21 Werte à 10 Stck Rohr-und Scheibenkondensatoren sortiert in einem Kleinteilemagazin.(wie oben beschrieben)......DM 34,50

TRIMMPOTI-SORTIMENT I
Offene Trimmer mit 10 mm - Raster(Radiohm)
Werte: 100 Ohm, 220 Ohm, 470 Ohm, 1 kOhm, 2,2 kOhm, 4,7 kOhm, 10 kOhm, 22 kOhm, 47 kOhm, 100 kOhm, 220 kOhm, 470 kOhm, 1 MOhm, 2,2 MOhm
14 Werte à 10 Stck (5 lieg.+5 steh.) = 140 Stck sortiert im Kleinteilemag. mit 16 Klarsichtschachteln............DM 54,80

TRIMMPOTI-SORTIMENT II
Offene Trimmer mit 15 mm - Raster(Radiohm)
Werte: wie Trimmpoti-Sortiment I
140 Stck sortiert im Kleinteilemagazin mit Klarsichtschachteln..............DM 56,80

KOHLESCHICHT-WIDERSTANDS-SORTIMENT I
Kohleschichtwiderstände aus laufender Fertigung, axial, farbcodirt.
Leistung 1/2 Watt, Toleranz 5 %.
Abmessungen: 2,5 x 6,3 mm
67 Werte nach Reihe E 12 à 10 Stck =670 Stck sortiert in 2 Kleinteilemagazine à 32 Klarsichtschachteln........DM 44,60

KTM 32 Kleinteilemagazin mit 32 Klarsichtschachteln aus den obenstehenden Sortimenten. Maße: 220x320x68 mm..........DM 13,95

HIFI-ENDSTUFEN

20 WATT - EDWIN - Bausatz
Eine HIFI-Endstufe, Klangeinstellung für Höhen und Tiefen, problemloser Aufbau (ohne Ruhestrom- und const. Einstellungen)
Ausg.-Imp.: 4...8Ohm, Eing.-empfindlichk.: 300 mVeff, Klirrf. bei Vollaussteuerung: 0,5 % bei 1 kHz, Eing.-Imp. 400 kOhm
Betriebsspannung ± 15 V Imax. 1 A
Ausführung: Mono.....................DM 32,50
Stereo...................DM 65,--

NETZTEIL für 20 W - Edwin (Reicht für Stereobetrieb aus)...................DM 31,50

40 Watt - EDWIN - Bausatz
HIFI-Endstufe, Gegentakt-B-Schaltung(ruhestromlos)-parallel zu Gegentakt-A-Stufe. Eing.: 45 kOhm, 1 V_{eff}, K=1%(1 kHz) DM 39,80

HECK-ELECTRONICS

Aus P.E.-Heft 1:
FBI-Sirene kpl.Bauteile. incl. Lautsp. . DM 13,10
P.E.-Platine SI-a . . . . . DM 4,35
Elektro-Toto-Würfel kpl. Bauteiles.mGeh. .19,90
P.E.-Platine DS-a . . . . . DM 6,60
Frontplatte gebohrt und bedruckt . . DM 13,30
Transitest kpl.Bauteiles. m.Gehäuse . DM 16,50
P E.-Platine TT-a . . . . . DM 6,75
Frontplatte gebohrt und bedruckt . . DM 13,90

Aus P.E.-Heft 2:
Carbophon kpl.Bauteilsatz. . . . . .DM 23,90
P.E.-Platine CF-a . . . . . DM 6,30
Gehäuse . . . . . DM 5,50
Spannungsquelle kpl.Bauteiles.m.T. . DM 37,50
P E.-Platine GV-a . . . . . DM 11,60
Frontplatte gebohrt und bedruckt . . DM 17,80
Gehäuse TEKO P 3 . . . . . DM 5,90
TESTY kpl Bauteiles.m.Gehäuse. . . . DM 7,70
Frontplatte gebohrt und bedruckt . .DM 13,50

Aus P.E.-Heft 3:
Die totale Uhr kpl. Bauteilesatz . . . .DM 85,50
P.E.-Platine DK-a+b. . . . . DM 19,60
Gehäuse TEKO 333. . . . . DM 10,50
50-Watt-Verstärker in Modultechn. 1 Kanal incl. Stereonetzteil . . . . . DM 106,50
P E.-Platine PA-a . . . . . DM 10,95
Bauteile f.d. 2. Kanal(Stereo) . . . . .DM 57,00
Frontplatte geb. u. beschrift.(pos.o.neg.)11,15
Die Kassette im Auto kpl. Bauteilesatz mit Gehäuse und Platine . . . . . .DM 10,10

Aus P.E.-Heft 4:
Codeschloß kpl.Bauteilesatz . . . . . .DM 21,60
P.E.-Platine ES-a . . . . . DM 7,15
LED-VU-Meter (Modultechnik) kpl. Bauteilesatz je Kanal . . . . . .DM 23,50
P.E.-Platine VU-a . . . . . DM 9,35
Frontplatte geb.u.beschrift.(pos.o.neg)11,65
MIKRO -2 (Signalhorn) kpl.Bauteiles.DM11,85
P E.-MIKRO Hauptplatine MI-a. . . . DM 8,50
P E.-MIKRO Trimmerplatine MI-b . . . DM 4,95
MIKRO-1(Blinker) Baut. m.Platine . .DM 13,40
Gehäuse m.Gleitmutterkanäle, f. P.E.-Moduls. Größe 300. .DM 49,60/Größe 500 **DM64,90**

Neu aus P.E.-Heft 4 und 5/78.NEU NEU SNOBBY-Geräuschschalter
Bauteilesatz Hauptprint mit Mikro . .DM 28,70
Platine Snobby-a . . . . . DM 9,90
Bauteilesatz Netzteilprint . . . . . .DM 39,80
Platine Snobby-b . . . . . DM 9,80
Bauteilesatz Steuerprint . . . . . .DM 29,90
Platine Snobby-c . . . . . DM 9,70

Aus P.E.-Heft 5:
Tremolo kpl Bauteilesatz. . . . . .DM 42,40
P.E.-Platine TR-a . . . . . .DM 13,85
Frontplatte geb.u.beschrift.(pos.o.neg.)15,35
je 14 Lötstifte u.Steckhülsen,5 IC-Fass.4,48
Minimix kpl. Bauteilesatz . . . . . .DM 38,80
P.E.-Platine MM-a . . . . . .DM 12,90
Gehäuse TEKO 334. . . . . .DM 13,10
PUFFI kompl Bauteilesatz. . . . . DM 3,70
P E.-Platine BU-a . . . . . DM 6,40
Gehäuse ALU ausreichend f.2.Platinen. . . 3,55

Aus P.E.-Heft 6:
Signal-Tracer kpl. m. Knöpfen und Fassungen, Bauteilesatz . . . . . .DM 24,90
P.E.-Platine SV-a . . . . . .DM 13,95
Frontplatte gebohrt und bedruckt . .DM 22,90
Gehäuse TEKO P/4. . . . . .DM 11,00
TV-Tonkoppler kpl.Bauteilesatz . . . .DM 20,90
P.E.-Platine TV-a . . . . . DM 12,55
Gehäuse TEKO 333. . . . . DM 10,50
LESLIE (Modultechnik) Bauteiles. . . DM 2,90
P E.-Platine TR-b . . . . . DM 6,35
Frontplatte geb.u.beschrift.(pos.o.neg.)9,00

Aus P.E.-Heft 7:
Basisbreite-Einstellung kpl. Bauteilesatz lt. Stückliste,m Zubehör. . . . . .DM 19,40
P E.-Platine BB-a . . . . . DM 9,10
Frontpl.pos.o.neg. . . . . .DM 12,85
TTL-Trainer Bauteiles.m.Kabel . . . .DM 51,90
P E.-Platine DT-a . . . . . DM 29,00
Gehäuse P/4 . . . . . .DM 11,00
MIKRO-4 (Flip-Flop) Bauteiles kpl. . . DM 6,90
P E.-MIKRO-4 Hauptprint MI-a. . . . DM 8,50

Aus P.E.-Heft 8:
Superspannungsquelle kpl. Bauteilesatz lt. Stückliste m.Instr.,Knopfen usw. . . DM 113,70
P.E.-Platine SSQ. . . . . .DM 13,10
Gehäuse SSQ m.Kühlkorper;Rückw. .DM 39,80
Mini-Uhr m.Maxi-Display, Bauteiles. .DM 38,90

P.E.-Platine DK-c/d. . . . . .DM 10,95
Spez.Uhrengehäuse m.Plexi-Scheibe . DM 5,75
Loudness-Filter kpl.Bauteiles. . . . . DM 13,80
P.E.-Platine FV-a . . . . . DM 9,70
Frontpl.pos.o.neg. . . . . .DM 11,00

Aus P.E.-Heft 1/78:
Sinusgenerator (Modul) kpl.Bauteiles. DM27,50
P.E.-Platine SG-a . . . . . .DM 14,10
Frontplatte FN-SG-a . . . . . .DM 17,30
n-Kanal-Lichtorgel Hauptprint Bautelesortim. kpl.lt.Stückliste . . . . . .DM 20,80
je Kanal lt. Stuckliste. . . . . .DM 12,50
P.E.-Basisplatine LO-c . . . . . DM 8,30
P E.-Kanalplatine LO-d. . . . . DM 5,00
Grundausst. Plat.1xLO-c;3xLO-d. . .DM 19,00
Lichtdimmer Bauteiles.kpl.lt.Stückl. .DM 21,90
P.E.-Platine LD-a . . . . . DM 6,80
Gehäuse TEKO 3/B. . . . . DM 3,90

Aus P.E.-Heft 2/78:
Rauschfilter i.Modultechnik Bauteiles.DM14,90
P.E.-Platine RF-a . . . . . DM 8,90
P.E.-Frontplatte pos.o.neg. . . . . .DM 11,b0
Goliath-Display Bauteile lt.Stuc kl. . .DM 17,70
P.E.-Platine UD-a/b. . . . . .DM 10,10
Pausenkanal für n-Kanal-Lichto. Baut..DM11,50
P.E.-Platine LO-e . . . . . DM 5,00

Aus P.E.-Heft 3/78:
Spannungslupe Bauteile lt.Stuckl. . . .DM 16,30
P.E.-Platine SL-a . . . . . DM 5,25
Gehäuse TEKO p/2. . . . . DM 4,40
Rechteckzusatz z.Sinusgenerator Baut.DM 16,90
P.E.-Platine SW-a . . . . . DM 7,80
P E.-Frontplatte FN-SW-a . . . . . DM 9,15
Goliath-Stromversorgung Baut.m.TrafoDM47,90
P.E.-Platine GV-e . . . . . .DM 13,90

Aus P.E.-Heft 4/78:
Hall i.Modultechnik lt.Stuckl.m.OPA. DM36,90
P E.-Platine RV-a . . . . . DM 8,90
P.E.-Frontplatte pos.o.neg. . . . . .DM 12,85
O.P.A. Operationsverstärker Bauteiles. .DM8,90
P.E.-Platine OP-a . . . . . DM 5,35
LOGIC-PROBE Baut. lt.Stuckl. . . . DM 8,50
P E.-Platine LT-a . . . . . DM 5,05

Aus P.E.-Heft 5/78:
Peace-Maker lt.Stuckliste. . . . . .DM 13,90
P.E.-Platine PM-a . . . . . DM 5,90
Gehäuse . . . . . DM 4,40
Digitalmeter i.Modultechnik Bauteiles. .DM79,90
P.E.-Platine DM-a/b. . . . . .DM 19,35
P.E.-Frontplatte FN-DM-a . . . . . DM 19,50
DC-Vorsatzlt. Stuckl. . . . . .DM 12,90
Frontplatte FN-DM-b. . . . . DM 9,15

Aus P.E.-Heft 6/78:
Digital-Analog-Timer Bauteilesatz. . .DM 59,90
P E.-Platine UT-a . . . . . .DM 18,00
P E.-Gehause geb.und bedruckt . . . DM 17,00
Sensorschalter Baut.lt Stuckl . . . . DM 14,90
P.E.-Platine TT-b . . . . . .DM 10,20
L.E.D.S. Bauteile lt.Stuckliste. . . . . DM 7,90
P.E.-Platine LE-a . . . . . DM 6,90

Aus P.E.-Heft 7/78:
Ohm-Meter-Vorsatz Bauteilesatz . . .DM 24,90
P E.-Platine DM-c . . . . . DM 7,85
P.E.-Frontplatte FN-DM-c . . . . . DM 10,20
Wurfeln m.Goliath Bauteilesatz . . . .DM 14,90
P E.-Platine UD-c . . . . . DM 6,10
Elektronisches Tauziehen Bauteiles. . DM 49,90
P E.-Platine EG-a . . . . . .DM 14,25
Gehäuse TEKO P/3 . . . . . DM 5,90
Netzstecker-Stromversorgung 9V . . .DM 14,50

Aus P.E.-Heft 8/78:
Infrarot-Empfänger Bauteilesatz . . .DM 48,80
P.E.-Platine IR-b . . . . . .DM 11,80
Gehäuse Ormatu Typ BIM2003. . . . DM 5,40
Gehäuse Amtron Typ KG-6-ST . . . . DM 5,20
Infrarot-Sender Bauteilesatz . . . . .DM 19,90
P.E.-Platine IR-a. . . . . DM 5,90
Gehäuse Typ BIm 2003 . . . . . DM 5,40
Zener-Tester Bauteilesatz . . . . . .DM 39,90
P.E.-Platine ZT-a . . . . . DM 7,70
Frontplatte zum Zenertester aus P.E. gebohrt und bedruckt . . . . . DM 17,80
Gehäuse TEKO 362. . . . . DM 8,75
H.E.L.P. Laborprint UP-a . . . . . .DM 22,50

Aus P.E.-Heft 9/78:
Syndiatape Bauteilesatz lt. Stückl. . .DM 31,80
P.E.-Platine SY-a . . . . . .DM 14,70
Gehäuse . . . . . .DM 10,90
Schwesterblitz Bauteile lt. Stückl. . .DM 19,50
Platine FL-a . . . . . DM 4,50
Gehäuse . . . . . DM 3,35
Kontaktloses Relais Bauteiles. . . . DM 10,80
P.E.-Platine RY-a . . . . . DM 4,90

Aus P.E.-Heft 10-11/78
Scheibenwischer-Intervallschalter
Baut. lt. Stückl. . . . . .DM 34,70
Platine WA-a. . . . . .DM 11,10
Gehäuse mit Montageteilen . . . . . **DM 6,90**
Automatikzusatz incl. Platine RB-a. .DM 16,50
Regensonde, Baut. lt. Stückliste. . . .DM 11,90
Platine RB-a . . . . . **DM 8,80**
Gehäuse mit Montageteilen . . . . . **DM 8,90**
Auto-Akku-Lader Bauteile lt. Stückl..DM 87,30
Platine AK-a. . . . . .DM 11,10
Metall-Gehäuse . . . . . **DM 34,90**

NEU aus P.E.-Heft 12/78:
Power Blink-Zentrale Bauteilesatz DM 10,50
Platine KL-a DM 6,90
Anpassungsverstärker Bauteilesatz . DM 19,80
Platine BU-a DM 6,40
Gehäuse TEKO 3/B. . . . . DM 3,90
MONITOR-VERST. Bauteilesatz . . DM 44,90
2 x O.P.A. dazu Bauteilesatz. . . . DM 17,80
2 x Platine OP-a . . . . . DM 10,70
Platine OP-b . . . . . DM 16,90
Stabilisiertes Netzteil 25 V/2,2 A . . DM 54,90
Platine MA-a . . . . . DM 8,80
Unstab. Netzteil +/- 30 V/3,5 A. . . DM 62,50
Platine MA-b. . . . . DM 7,80
Komplett-Netzteil mit Montagemat. DM 109,80

Aus P.E.-Heft 1/79:
Spannungsteiler mit Gehäuse, Bauteilsort. . . . . DM 9,70
Platine OP-C . . . . . DM 5,30
O.P.A. dazu mit Platine OP-a, Bauteilesort. . . . . DM 14,25
Anti-Lichtorgel, Bauteilesort . . . DM 19,90
Platine LO-b . . . . . DM 6,25
Für Gehäuseeinbau: Gehäuse mit Bauteilen . . . . . zusätzl.DM 16,80
Goliath-Steuereinheit, Bauteilesort. DM 24,90
Platine UD-d. . . . . DM 12,95
Goliath-Digitaluhr (4 Zahldekaden, Steuereinheit, Netzteil mit sämtl. Platinen) kpl. DM 198,-
Gehäuse-Acryl (wie Abb. in P.E.) . . DM a.A.

Aus P.E.-Heft 2/79:
Mini-Midi (MW-Empfänger) o. Batt Bauteilesort. . . . . DM 24,80
Gehäuse TEKO P/2 . . . . . DM 4,40
Platine MR-a. . . . . DM 7,15
DC-Fuge (Überstrom-Sicherung) Bauteilesort. . . . . DM 12,90
Platine EF-a . . . . . DM 8,25
Frequenzzähler 79 m. Montageteilen (o. Netzteil) Bauteilesort. . . . . DM 218,-
Platine FZ-a . . . . . DM 23,75
Netzteil zum FZ 79, Bauteilesort.. DM 59,70
Platine FZ-b . . . . . DM 17,-
Gehäuse 8009 m. geb. + bedr. Frontplatte . . . . . DM 39,95

Aus P.E.-Heft 3/79:
Goliath's Woche, Bauteilesort.. . . . DM 12,90
Platine UD-e. . . . . DM 11,50
Rumpelfilter-Modul, Bauteilesort. . DM 22,90
Platine DF-a . . . . . DM 11,75
Frontplatte DF-a positiv oder negativ DM 12,35
Eichspannungsquelle ESQ . . . . . DM 88,70
Platine ESQ . . . . . DM 12,20
Gehäuse mit geb. + bedr. Frontplatte DM 29,90

aus P.E.-Heft 4/79:
Puzzle-Verst., Endstufe (1 Kanal). . DM 15,90
Durchgangstester DUT . . . . . DM 4,00
Universelle Triacsteuerung . . . . . .DM 4,95

Aus P.E.-Heft 5/79:
Mischpult Mikrof.-Kanal o. MV-a . . DM 17,90
Mischpult Tape-Kanal Stereo . . . . DM 19,00
Mischpult Tuner-Kanal Stereo . . . DM 19,00
Mischpult Entzerrer-Kanal Stereo o. MV-a . . . . . DM 17,90
Platine MV-b . . . . . DM 9,95
Frontplatte MV-b pos. o. neg. . . . . DM 11,80
Universeller Vorverstärker mit Platine MV-a . . . . . DM 8,90
Relais-Pulser . . . . . DM 29,90
Platine TP-a . . . . . DM 6,60
Puzzle-Verst, NETZTEIL m. Trafo . DM 57,60
Platine LV-c . . . . . DM 9,40

Platinen und Gehäuse immer extra wenn nicht anders angegeben. Preise und Angebote freibleibend.

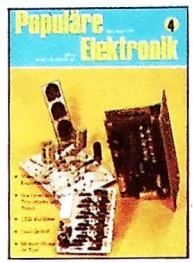
5012 Bedburg Morkenerstr. 20·Tel. 02272 · 3294

Die »Alten«

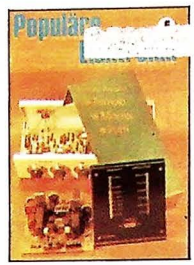
Ausgaben von **Populäre Elektronik** enthalten zahlreiche Baubeschr… …h interessan…
Die nachfolgenden Ausgaben können noch … werden.

1/76 FBI-Sirene das Signalhorn der US-Polizei **Transitest** Halbleitertester mit einfachster Bedienung — **Electro-Toto-Würfel** Elektronik-Spiel

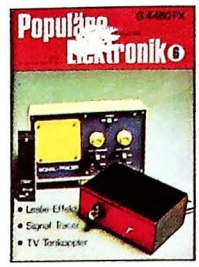
3/77 50 Watt-Modul als NF-Endverstärker der HiFi-Modulserie — Die totale Uhr · Digitaluhr mit fast allen Möglichkeiten Die Kassette im Auto



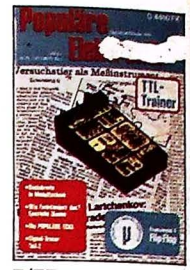
4/77 Codeschloß mit leicht veränderbarem Code — **LED-VU-Meter** in Modultechnik — verschiedenfarbene LEDs zur Aussteuerungsanzeige (Stereo)



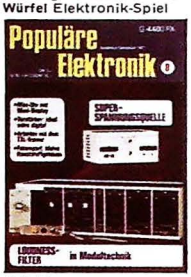
5/77 **Minimix** batterie-Mischpult 2xStereo, 1 x Mikro (mono) mit Panorama — **Tremolo** In Modultechnik — **Puffi** Eintransistor-Pufferstufe (Stereo)



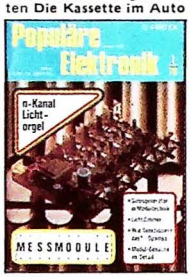
6/77 **Leslie** in Modultechnik Zusatz zum Tremolo-Modul — **Signal-Tracer** Kombination Signalspritze/Signalverfolger — **TV-Tonkoppler**



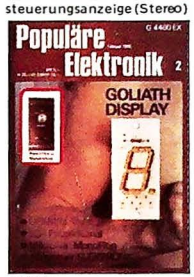
7/77 **TTL-Trainer** ein kleines Digital-Labor für den spielenden Einstieg in diese Technik — **Basisbreite** in Modultechnik mit Super-Stereo



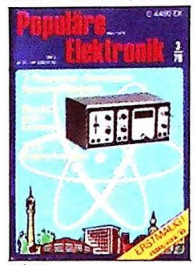
8/77 **Superspannungsquelle** Null bis 28 V/1,5 A Strombegrenzung — **Loudness-Filter** in Modultechnik — **Mini-Uhr mit Maxi-Display**



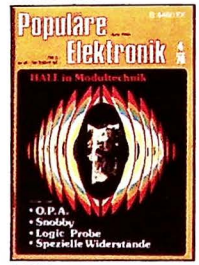
1/78 **Sinusgenerator** in **Modultechnik** das erste Meßplatz-Modul — **Die n-Kanal-Lichtorgel** beliebige Kanalzahl, **Lichtdimmer**



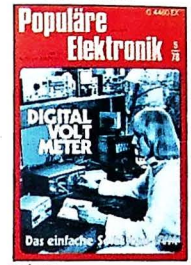
2/78 **Goliath - Display** Ziffernhöhe 38 mm — **Pausenkanal** für die n-Kanal-Lichtorgel — **Rauschfilter** in Modultechnik, mit 3 Eckfrequenzen



3/78 **Rechteck-Former** in Modultechnik, Zusatz zum Sinusgenerator — **Spannungslupe** Meßbereicherweiterung für Vielfachinstrumente



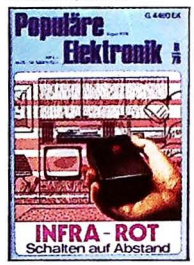
4/78 **O.P.A.** Operational Power Amplifier, **Snobby** Klatschschalter mit Programmsteuerung **Hall** Modul **Logic-Tester** zeigt H,L,O



5/78 **Peace-Maker** Zahl/Adler-Zufallsgenerator — **Digital-Meter** zentrale Einheit im modularen Meßplatz — **DC-Volts** Zusatz zum Digital-Meter

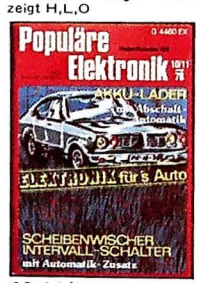
6/78 **L.E.D.S.** Leuchtenüberwachung im Auto — **Einpunktsensor** erweiterungsfähiges System — **Digital-Analog-Timer** 1 Sekunde bis 2 Stunden

7/78 **Elektronisches Tauziehen** Reaktionstest als Zeitvertreib **OHMS** Widerstands- Meßzusatz zum Digital-Meter — **Würfeln mit Goliath**



8/78 **Zener-Tester** für schnellen Z-Dioden-Test **H.E.L.P.** handlicher Experimentierprint **Infrarot-Sender** und **Infrarot-Empfänger**, störsicher

9/78 **Schwesterblitz** macht jedes Blitzgerät zum Zweitblitz-**Syndiatape** Diavertonung auf Kassette **Das kontaktlose Relais** Elektronik ersetzt Mechanik



10-11/78 **Intervallschalter** für den Scheibenwischer — **Automatik-Zusatz** startet den Schalter bei Regen **Auto-Akkulader** — **Regensonde** mit akustischem Signal

12/78 **Monitor-Verstärker** 2x3 Watt-Zwischenverstärker zur Pegelanpassung — **Power-Blinkzentrale** für Modellbau **Netzteil** für HiFi-Module 25 V stab. + 30 V unstab.

Populäre Elektronik
Abteilung Heftnachbestellung
Postfach 760264, 2000 Hamburg 76

Anz./Heft-Nr.:
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

(Bitte deutlich schreiben)

Name:.....
Straße:.....
PLZ Ort:.....

So wird bestellt:
Coupon ausfüllen,
DM 3,00 Heft
in Briefmarken,
bar oder
als V-Scheck
beilegen und alles an
nebenstehende
Adresse senden.

Nicht vergessen!

Die stabile
und repräsentative
Sammelmappe für Ihre
älteren Ausgaben von
Populäre Elektronik

Farbe: Rot, Preis: DM 10,80
Bitte benutzen Sie bei einer
Bestellung ebenfalls den
nebenstehenden Coupon und
fügen DM 10,80 bei.